

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор РХТУ им. Д.И. Менделеева

_____ А.Г.Мажуга

« ____ » _____ 201... г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ
МОНОКРИСТАЛЛОВ»
(Б1.В.ДВ.03.01)**

Направление подготовки 18.03.01 – Химическая технология

**Профиль – «Химическая технология
материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники»**

Квалификация «бакалавр»

Программа одобрена
Методической секцией Ученого Совета
РХТУ им. Д.И. Менделеева
« 31 » мая 2019 г.

Председатель _____ Н.А.Макаров

Москва 2019 г.

Программа составлена:
доцентом кафедры химии и технологии кристаллов
М.В. Провоторовым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии кристаллов
РХТУ им.Д.И. Менделеева «21» мая 2019 г., протокол № 13.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Цели и задачи дисциплины	4
2	Требования к результатам освоения дисциплины	4
3	Объем дисциплины и виды учебной работы	5
4	Содержание дисциплины	6
	4.1 Разделы дисциплины и виды занятий	6
	4.2 Содержание разделов дисциплины	6
5	Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины	8
6	Практические и лабораторные занятия	9
6.1	Практические занятия	9
6.2	Лабораторные занятия.....	10
7	Самостоятельная работа	10
8	Фонд оценочных средств для контроля освоения дисциплины	10
8.1	Примерная тематика курсовых проектов.....	10
8.2	Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины	11
8.3	Примеры контрольных вопросов для контроля освоения дисциплины на экзамене.....	13
8.4	Структура и пример билетов к экзамену	15
9	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	15
9.1	Рекомендуемая литература	15
9.2	Рекомендуемые источники научно-технической информации	15
9.3	Средства обеспечения освоения дисциплины	16
10	Методические указания для обучающихся	17
11	Методические рекомендации для преподавателей	17
12	Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе	18
13	Материально-техническое обеспечение дисциплины	20
13.1	Оборудование, необходимое в образовательном процессе	20
13.2	Учебно-наглядные пособия	20
13.3	Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства	20
13.4	Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы	20
13.5	Перечень лицензионного программного обеспечения	20
14	Требования к оценке качества освоения программы	23
15	Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	24

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа дисциплины «Химическая технология технических монокристаллов» для подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 – Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и наноэлектроники» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО), рекомендациями методической комиссии РХТУ им. Д. И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплин профиля кафедры химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И.Менделеева.

Программа относится к вариативной части учебного плана, к блоку элективных дисциплин (Б1.В.ДВ.03.01) и рассчитана на изучение дисциплины в 8 семестре обучения. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей химии, математики, физики, физической химии, кристаллографии, физической электроники.

Цель дисциплины – подготовка конкурентоспособных специалистов для подразделений центров высоких технологий в области разработки и применения новых монокристаллических материалов.

Основные задачи:

- подготовить специалистов в области модифицирования свойств монокристаллов путем введения в их кристаллическую структуру легирующих примесей;
- подготовить специалистов в области эффективного управления технологическим процессом выращивания монокристаллов;
- подготовить специалистов в области разработки и проектирования новых методов выращивания монокристаллов и модернизации существующих базовых методов выращивания монокристаллов.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины при подготовке бакалавров по направлению 18.03.01 «Химическая технология»; профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и наноэлектроники» способствует формированию следующих компетенций:

Профессиональных:

- способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (**ПК-1**);
- способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (**ПК-4**);
- способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест (**ПК-5**);
- способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа (**ПК-10**);
- способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса (**ПК-11**).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- методы введения легирующих микропримесей в монокристаллы;
 - основные виды структур и процессов в кристаллизационных средах.
- Уметь:*
- конструировать структуру и состав легированных монокристаллов;
 - анализировать процессы, проходящие в кристаллизационных средах;
 - проектировать логику питания растущего монокристалла;
- Владеть:*
- навыками конструирования легированных монокристаллов;
 - навыками анализа структур и процессов в кристаллизационных средах.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс изучается в 8 семестре бакалавриата на базе знаний, полученных студентами на первом-третьем курсе. Контроль освоения студентами материала курса осуществляется путем проведения экзамена.

Виды учебной работы	Всего	
	Зач. ед.	Ак. час.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5	180
Контактная работа – аудиторные занятия:	2	64
Лекции (Лек)	1	32
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,5	16
Практические занятия (ПЗ)	0,5	16
Самостоятельная работа (СР):	2	80
Реферат	1	40
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1	40
Виды контроля:		
Экзамен	1	36
Контактная работа – промежуточная аттестация		0.4
Подготовка к экзамену.		35.6

Виды учебной работы	Всего	
	Зач. ед.	Астр. час.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	2	48
Лекции (Лек)	1	24
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,5	12
Практические занятия (ПЗ)	0,5	12
Самостоятельная работа (СР):	2	60
Контактная самостоятельная работа	1	30
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		30
Виды контроля:		
Экзамен	1	27
Контактная работа – промежуточная аттестация		0.3
Подготовка к экзамену.		26,7

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Раздел	Название раздела	Академ. часов				
		Всего	Лек-ции	Практ. занят.	Лаб. работы	Сам. работа
1.	Динамика примесного состава и виды массопереноса в процессах роста кристаллов	16	16	8	8	40
2.	Методы выращивания монокристаллов	46	16	8	8	40
	Экзамен	36				
	ИТОГО	180	32	16	16	80

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Динамика примесного состава и виды массопереноса в процессах роста кристаллов

1. Виды микропримесей в монокристаллах. Дискретные уровни чистоты микропримесей кристаллов как важнейший критерий оценки их качества.
2. Равновесный коэффициент распределения микропримесей в системе кристалл-кристаллизационная среда.
3. Неравновесный коэффициент распределения микропримесей в системе кристалл-кристаллизационная среда. Вывод зависимости между равновесным и неравновесным коэффициента распределения микропримесей в системе кристалл-кристаллизационная среда.
4. Динамика примесного состава кристалла растущего в ограниченной кристаллизационной среде с запасом кристаллизуемого вещества. Зависимость предельной кристаллизационной доли (отношение числа молей выросшего кристалла к числу молей кристаллизационной среды) от дискретного уровня требуемой чистоты и неравновесного коэффициента распределения примесей.

5. Динамика примесного состава кристалла растущего в ограниченной кристаллизационной среде без запаса кристаллизуемого вещества. Зависимость предельной кристаллизационной доли (отношение числа молей выросшего кристалла к числу молей кристаллизационной среды) от дискретного уровня требуемой чистоты и неравновесного коэффициента распределения примесей. Уравнение Шейла-Пранна.
6. Кристаллохимическое конструирование легированных монокристаллов. Компенсирующие легаторы. Легированные монокристаллы с упорядоченными и разупорядоченными подрешетками.
7. Виды гомогенных кристаллизационных сред.
8. Виды гетерогенных кристаллизационных сред и их преимущество по отношению к гомогенным.
9. Виды конвективного массопереноса в кристаллизационных средах.
10. Гравитационная тепловая конвекция в кристаллизационных средах. Критерии Релея, Грасгофа и Прандтля, характеризующие этот вид конвекции.
11. Гравитационная концентрационная конвекция в кристаллизационных средах. Концентрационные критерии Релея, Грасгофа и Прандтля, характеризующие этот вид конвекции.
12. Термокапиллярная конвекция в кристаллизационных средах. Критерий Марангони, характеризующий этот вид конвекции.
13. Концентрационно-капиллярная конвекция в кристаллизационных средах. Концентрационный критерий Марангони, характеризующий этот вид конвекции.
14. Взаимодействие различных видов конвекции в кристаллизационных средах.

Раздел 2. Методы выращивания монокристаллов

15. Выращивание монокристаллов в гелях как пример метода выращивания монокристаллов со сложной (не примитивной) топологией кристаллизационных сред.
16. Метод ПЖК (пар-жидкость-кристалл) как пример метода выращивания монокристаллов со сложной (не примитивной) топологией кристаллизационных сред.
17. Представление топологии кристаллизационных сред с помощью графов. Универсальное кодирование графов.
18. Метод выращивания монокристаллов в растворах в условиях температурного перепада как пример метода выращивания монокристаллов со сложной (не примитивной) топологией кристаллизационных сред. Представление этой топологии с помощью графа. Варианты (способы) этого метода.
19. Метод выращивания монокристаллов в растворах в условиях испарения растворителя как пример метода выращивания монокристаллов со сложной (не примитивной) топологией кристаллизационных сред. Представление этой топологии с помощью графа. Варианты (способы) этого метода.
20. Метод выращивания монокристаллов в растворах без запаса кристаллизуемого вещества как пример метода выращивания монокристаллов с примитивной топологией кристаллизационных сред. Представление этой топологии с помощью графа. Варианты (способы) этого метода: спонтанная кристаллизация в растворе-расплаве, кристаллизация в растворе-расплаве с локальной областью охлаждения контейнера.
21. Метод выращивания монокристаллов испарением растворителя в условиях диффузионной «конвекции».
22. Метод выращивания монокристаллов испарением растворителя в условиях конвекции Марангони.
23. Метод зонной кристаллизации в растворе-расплаве. Граф топологии этого метода.

24. Выращивание монокристаллов методом Чохральского. Граф топологии этого метода. Варианты (способы) этого метода.
25. Лабораторные работы. Выращивание монокристаллов из расплавов, растворов-расплавов и водных растворов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Компетенции	Раздел	
	1	2
<i>Знать:</i>		
· методы введения легирующих микропримесей в монокристаллы;	+	+
· основные виды структур и процессов в кристаллизационных средах		+
<i>Уметь:</i>		
· конструировать структуру и состав легированных монокристаллов;	+	+
· анализировать процессы, проходящие в кристаллизационных средах;		+
· проектировать логику питания растущего монокристалла;		+
<i>Владеть:</i>		
· навыками анализа структур и процессов в кристаллизационных средах.	+	+
· навыками конструирования легированных монокристаллов;	+	+
<i>Профессиональные компетенции:</i>		
· (ПК-1) способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	+	+
· (ПК-4) способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	+	+
· (ПК-5) способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест	+	+
· (ПК-10) способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	+	+
· (ПК-11) способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Химическая технология технических монокристаллов» в объеме 16 ак. час. (0,5 зач. ед.). Практические занятия проводятся под руководством преподавателей и направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, расширение знаний в области теории кристаллизации.

Примерный перечень практических занятий

№ пп	Раздел	Темы практических занятий	Часы
1	1.	- Изучение динамики примесного состава алюмоаммонийных квасцов в процессе их роста	4
2	2.	- Изучение микроморфологии граней природных и синтетических монокристаллов кварца	2
3		- Расчет коэффициента формы граней пинакоида монокристаллов кварца	2
4		- Изучение микроморфологии боковой поверхности монокристаллов кремния	2
5		- Практическая демонстрация различия твердости граней и вершин кристаллов на примере алюмоаммонийных квасцов	3
6		- Изучение микроморфологии граней монокристаллов алюмоаммонийных квасцов	3

6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» предусмотрено проведение лабораторных работ по дисциплине «Химическая технология технических монокристаллов» в объеме 16 ак. час. (0,5 зач. ед.). Лабораторные работы проводятся под руководством преподавателей и направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, расширение знаний в области теории кристаллизации.

Примерный перечень лабораторных работ

№ пп	Раздел	Темы лабораторных занятий	Часы
1	1.	- Выращивание монокристаллов карбоната кальция методом химических реакций	4
2	2	- Выращивание профилированных монокристаллов льда гибридным методом	4
3	2	- Выращивание профилированных монокристаллов молибдата	4

		лития гибридным методом	
4	2	- Выращивание кристаллов алюмоамманийных квасцов методом испарения растворителя	4

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины «Химическая технология технических монокристаллов» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 80 акад. час., в том числе самостоятельное изучение разделов дисциплины и выполнение домашних заданий.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку реферата по тематике курса на основе проработки рекомендованной литературы и работы с электронно-библиотечными системами;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче экзамена.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика рефератов

Реферат оценивается из 20 баллов

1. Закономерности формирования примесного состава в монокристаллах кремния, выращиваемых методом Чохральского.
2. Закономерности формирования примесного состава в монокристаллах германия, выращиваемых методом Чохральского.
3. Выращивание монокристаллов кремния методом Чохральского с запасом кристаллизующего вещества (обзор патентной информации).
4. Выращивание монокристаллов двойных вольфраматов щелочного металла (М) и редкоземельных элементов (R) $MR(WO_4)_2$ методом Чохральского.
5. Выращивание монокристаллов двойных молибдата щелочного металла (М) и редкоземельных элементов (R) $MR(MoO_4)_2$ методом Чохральского.
6. Выращивание монокристаллов рубина методом Вернейля.
7. Выращивание монокристаллов сапфира методом Киропулоса.
8. Выращивание профилированных монокристаллов ниобата лития методом Степанова.
9. Выращивание монокристаллов ниобата лития методом Чохральского.
10. Выращивание монокристаллов иттрий-алюминиевого граната методом кристаллизации в растворе-расплаве.
11. Выращивание монокристаллов вольфрама в дуговом разряде.
12. Выращивание монокристаллов молибдена в дуговом разряде.
13. Выращивание монокристаллов дигидрофосфата калия кристаллизацией в водных растворах.
14. Выращивание монокристаллов кварца гидротермальным методом.
15. Выращивание алмазных пленок методами CVD.
16. Выращивание монокристаллов карбида кремния методом кристаллизации в газовой фазе.
17. Выращивание монокристаллов в гелях.
18. Выращивание монокристаллов металлов кристаллизацией в твердой фазе.
19. Выращивание монокристаллов аргона направленной кристаллизацией.
20. Выращивание монокристаллов иодида натрия методом Бриджмена.
21. Выращивание кристаллов галогенидов методом Бриджмена.

22. Выращивание монокристаллов сапфиров методом Багдасарова.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Текущий контроль освоения дисциплины проводится в форме двух письменных контрольных работ. Билет контрольной работы содержит один вопрос. Максимальная оценка за этот вопрос — 20 баллов. Общая оценка текущего контроля складывается путем суммирования оценок двух контрольных работ. Максимальная оценка здесь составляет максимум 40 баллов.

Раздел 1.

Контрольная работа №1:

1. Виды микропримесей в монокристаллах. Дискретные уровни чистоты микропримесей кристаллов как важнейший критерий оценки их качества.
2. Равновесный коэффициент распределения микропримесей в системе кристалл-кристаллизационная среда.
3. Неравновесный коэффициент распределения микропримесей в системе кристалл-кристаллизационная среда. Вывод зависимости между равновесным и неравновесным коэффициента распределения микропримесей в системе кристалл-кристаллизационная среда.
4. Динамика примесного состава кристалла растущего в ограниченной кристаллизационной среде с запасом кристаллизующего вещества. Зависимость предельной кристаллизационной доли (отношение числа молей выросшего кристалла к числу молей кристаллизационной среды) от дискретного уровня требуемой чистоты и неравновесного коэффициента распределения примесей.
5. Динамика примесного состава кристалла растущего в ограниченной кристаллизационной среде без запаса кристаллизующего вещества. Зависимость предельной кристаллизационной доли (отношение числа молей выросшего кристалла к числу молей кристаллизационной среды) от дискретного уровня требуемой чистоты и неравновесного коэффициента распределения примесей. Уравнение Шейла-Пранна.
6. Кристаллохимическое конструирование легированных монокристаллов. Компенсирующие легаторы. Легированные монокристаллы с упорядоченными и разупорядоченными подрешетками.
7. Виды гомогенных кристаллизационных сред.
8. Виды гетерогенных кристаллизационных сред и их преимущество по отношению к гомогенным.
9. Виды конвективного массопереноса в кристаллизационных средах.
10. Гравитационная тепловая конвекция в кристаллизационных средах. Критерии Релея, Грасгофа и Прандтля, характеризующие этот вид конвекции.
11. Гравитационная концентрационная конвекция в кристаллизационных средах. Концентрационные критерии Релея, Грасгофа и Прандтля, характеризующие этот вид конвекции.
12. Термокапиллярная конвекция в кристаллизационных средах. Критерий Марангони, характеризующий этот вид конвекции.
13. Концентрационно-капиллярная конвекция в кристаллизационных средах. Концентрационный критерий Марангони, характеризующий этот вид конвекции.
14. Взаимодействие различных видов конвекции в кристаллизационных средах.

Раздел 2

Контрольная работа №2:

1. Выращивание монокристаллов в гелях как пример метода выращивания монокристаллов со сложной (не примитивной) топологией кристаллизационных сред.

2. Метод ПЖК (пар-жидкость-кристалл) как пример метода выращивания монокристаллов со сложной (не примитивной) топологией кристаллизационных сред.
3. Представление топологии кристаллизационных сред с помощью графов. Универсальное кодирование графов.
4. Метод выращивания монокристаллов в растворах в условиях температурного перепада как пример метода выращивания монокристаллов со сложной (не примитивной) топологией кристаллизационных сред. Представление этой топологии с помощью графа. Варианты (способы) этого метода.
5. Метод выращивания монокристаллов в растворах в условиях испарения растворителя как пример метода выращивания монокристаллов со сложной (не примитивной) топологией кристаллизационных сред. Представление этой топологии с помощью графа. Варианты (способы) этого метода.
6. Метод выращивания монокристаллов в растворах без запаса кристаллизуемого вещества как пример метода выращивания монокристаллов с примитивной топологией кристаллизационных сред. Представление этой топологии с помощью графа. Варианты (способы) этого метода: спонтанная кристаллизация в растворе-расплаве, кристаллизация в растворе-расплаве с локальной областью охлаждения контейнера.
7. Метод выращивания монокристаллов испарением растворителя в условиях диффузионной «конвекции».
8. Метод выращивания монокристаллов испарением растворителя в условиях конвекции Марангони.
9. Метод зонной кристаллизации в растворе-расплаве. Граф топологии этого метода.
10. Выращивание монокристаллов методом Чохральского. Граф топологии этого метода. Варианты (способы) этого метода.

8.3 Примеры контрольных вопросов для контроля освоения дисциплины на экзамене

Итоговый контроль проводится в форме устного опроса на экзамене. Билет для проведения экзамена содержит 2 вопроса. Максимальная оценка за каждый вопрос – 20 баллов. Общая оценка складывается путем суммирования оценок за две контрольные работы (максимум 20 баллов каждая), реферата (20 баллов) и за ответ на экзамене (максимум 40 баллов). Максимальная итоговая оценка – 100 баллов.

Примеры контрольных вопросов

1. Виды микропримесей в монокристаллах.
2. Дискретные уровни чистоты микропримесей кристаллов как важнейший критерий оценки их качества.
3. Равновесный коэффициент распределения микропримесей в системе кристалл-кристаллизационная среда.
4. Неравновесный коэффициент распределения микропримесей в системе кристалл-кристаллизационная среда.
5. Вывод зависимости между равновесным и неравновесным коэффициента распределения микропримесей в системе кристалл-кристаллизационная среда.
6. Динамика примесного состава кристалла растущего в ограниченной кристаллизационной среде с запасом кристаллизуемого вещества.
7. Зависимость предельной кристаллизационной доли (отношение числа молей выросшего кристалла к числу молей кристаллизационной среды) от дискретного уровня требуемой чистоты и неравновесного коэффициента распределения примесей.
8. Динамика примесного состава кристалла растущего в ограниченной кристаллизационной среде без запаса кристаллизуемого вещества.
9. Зависимость предельной кристаллизационной доли (отношение числа молей выросшего кристалла к числу молей кристаллизационной среды) от дискретного уровня

- требуемой чистоты и неравновесного коэффициента распределения примесей. Уравнение Шейла-Пранна.
10. Кристаллохимическое конструирование легированных монокристаллов. Компенсирующие легаторы.
 11. Легированные монокристаллы с упорядоченными и разупорядоченными подрешетками.
 12. Виды гомогенных кристаллизационных сред.
 13. Виды гетерогенных кристаллизационных сред и их преимущество по отношению к гомогенным.
 14. Виды конвективного массопереноса в кристаллизационных средах.
 15. Гравитационная тепловая конвекция в кристаллизационных средах.
 16. Критерии Релея, Грасгофа и Прандтля, характеризующие гравитационную тепловую конвекцию.
 17. Гравитационная концентрационная конвекция в кристаллизационных средах.
 18. Концентрационные критерии Релея, Грасгофа и Прандтля, характеризующие гравитационную концентрационную конвекцию.
 19. Термокапиллярная конвекция в кристаллизационных средах.
 20. Критерий Марангони, характеризующий термокапиллярную конвекцию.
 21. Концентрационно-капиллярная конвекция в кристаллизационных средах.
 22. Концентрационный критерий Марангони, характеризующий концентрационно-капиллярную конвекцию.
 23. Взаимодействие различных видов конвекции в кристаллизационных средах.
 24. Выращивание монокристаллов в гелях.
 25. Топология кристаллизационных сред при выращивании монокристаллов в гелях.
 26. Метод ПЖК (пар-жидкость-кристалл).
 27. Топология кристаллизационных сред при кристаллизации методом ПЖК.
 28. Представление топологии кристаллизационных сред с помощью графов.
 29. Универсальное кодирование графовтопологии кристаллизационных сред.
 30. Метод выращивания монокристаллов в растворах в условиях температурного перепада.
 31. Представление топологии метода выращивания кристаллов в растворах в условиях температурного перепада с помощью графа. Варианты (способы) этого метода.
 32. Метод выращивания монокристаллов в растворах в условиях испарения растворителя.
 33. Представление топологии методом выращивания монокристаллов в растворах в условиях испарения растворителя с помощью графа. Варианты (способы) этого метода.
 34. Метод выращивания монокристаллов в растворах без запаса кристаллизующего вещества.
 35. Представление топологии метода выращивания монокристаллов в растворах без запаса кристаллизующего вещества с помощью графа.
 36. Варианты (способы) метода выращивания монокристаллов в растворах без запаса кристаллизующего вещества: спонтанная кристаллизация в растворе-расплаве, кристаллизация в растворе-расплаве с локальной областью охлаждения контейнера.
 37. Метод выращивания монокристаллов испарением растворителя в условиях диффузионной «конвекции».
 38. Метод выращивания монокристаллов испарением растворителя в условиях конвекции Марангони.
 39. Метод зонной кристаллизации в растворе-расплаве.
 40. Граф топологии метода зонной кристаллизации в растворе-расплаве.
 41. Выращивание монокристаллов методом Чохральского.
 42. Граф топологии метода Чохральского. Варианты (способы) этого метода.

8.4 Структура и пример билетов к экзамену.

Пример билета к экзамену.

<i>«Утверждаю» Зав.кафедрой _____ 2019 И.Х. Аветисов _____</i>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии кристаллов
	Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники»
	Химическая технология технических монокристаллов
Билет № 1	
1. Метод выращивания монокристаллов в растворах без запаса кристаллизующего вещества.	
2. Виды конвективного массопереноса в кристаллизационных средах.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Н. И. Леонюк, Е. В. Копорулина, Е. А. Волкова, В. В. Мальцев. Кристаллография: зарождение, рост и морфология кристаллов : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры . М.: Издательство Юрайт, 2018, 152 с.
2. Курс лекций «Кристаллография». 03.09.2019 [электронный ресурс] — Режим доступа: <http://cryst.geol.msu.ru/courses/crgraf/> (дата обращения: 03.09.2019)
3. А. А. Майер. Процессы роста кристаллов. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 1999, 176 с.

Б. Дополнительная литература

1. - К.-Т. Вильке. Выращивание кристаллов. Л.: Недра, 1977, 600 с.
2. - Х.С. Багдасаров. Высокотемпературная кристаллизация из расплава. М.: Физматлит, 2004, 160 с.
3. - Математическое моделирование. Получение монокристаллов и полупроводниковых структур. Под ред. акад. А.А. Самарского. М.: Наука, 1986, 198 с.
4. - В.Н. Портнов, Е.В. Чупрунов. Возникновение и рост кристаллов. М.: Физматлит, 2006, 328 с.
5. - Т.Г. Петров, Е.Б. Трейвус, Ю.О. Пунин, А.П. Касаткин. Выращивание кристаллов из растворов. Л.: Недра, 1983, 200 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Журнал неорганической химии ISSN: 0044-457X
- Журнал общей химии ISSN: 0044-460X
- «Неорганические материалы» ISSN: 0002-337X
- Российский химический журнал ISSN: 0373-0247
- «Успехи химии» ISSN: 0044-460X

- Доклады Академии наук ISSN: 0869-5652
- Журнал «Кристаллография» ISSN: 0023-4761
- Journal of Chemical & Engineering Data ISSN: 1520-9568
- Nature Nanotechnology ISSN: 1748-3387
- Nature Chemistry ISSN: 1755-4330
- Journal of Crystal Growth ISSN: 0022-0248

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

1. список вопросов по контрольной работе №1 тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 25);
2. список вопросов по контрольной работе №2 тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 25).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 09.04.2019).
- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/93/91/5> (дата обращения: 09.04.2019).
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 09.04.2019).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 09.04.2019).
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 01.04.2019).
- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://i-exam.ru/> (дата обращения: 09.04.2019).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Методические рекомендации по организации учебной работы студента, обучающегося в бакалавриате, направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина «Химическая технология технических монокристаллов» включает 2 раздела. При изучении материала каждого модуля рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с

указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

В соответствии с учебным планом изучение материала разделов 1 и 2 заканчивается контролем его освоения в форме контрольных работ и защиты реферата (максимальная оценка – 60 баллов). Изучение всей дисциплины завершается итоговым контролем в форме экзамена. Максимальная оценка экзамена составляет 40 баллов.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Дисциплина «Химическая технология технических монокристаллов» изучается в 8 семестре бакалавриата.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен учитывать, что студенты, обучающиеся в бакалавриате, имеют определенную подготовку по специальным дисциплинам профиля, полученную ими при обучении в бакалавриате, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал курса должен быть ориентирован на современную трактовку изучаемых вопросов, отличаться широтой и глубиной их проработки, включать элементы научной дискуссии. Необходимо обращать внимание студентов на обоснование круга рассматриваемых вопросов, формулировки главных положений и определений, практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться связь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Химическая технология технических монокристаллов», является формирование у студентов широкого кругозора и эрудиции в области технологии выращивания монокристаллов, понимания проблемных мест современных технологических процессов и путей разрешения проблемных ситуаций. Преподаватель должен акцентировать внимание студентов на вопросах контроля, сертификации и стандартизации продукции как основных составляющих развития современного промышленного производства. При проведении занятий желательно обращаться к опыту ведущих зарубежных фирм и отечественных предприятий, использовать их научно-информационные и рекламные материалы, проводить сравнительный анализ результатов инноваций на разных предприятиях отрасли.

В вводной лекции курса следует остановиться на тенденциях развития технологии монокристаллов и их промышленного производства в мире, привести обзор современных достижений отрасли, оценить конкурентоспособность промышленной продукции и факторы, ее определяющие.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по курсу является широкое использование наглядных пособий и иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники. Иллюстративный материал включает презентации по разделам курса, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам дополнительную литературу по тематике занятия. Желательно стимулировать студентов к самостоятельной работе с литературными источниками, задавая вопросы и организуя их обсуждение в аудитории.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который

обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 составляет 1708373 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-827/2018 от 26.09.2018 г. Сумма договора – 357 000-00 С «26» сентября 2018г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань" — ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в которых интегрированы бесплатные сервисы для незрячих студентов и синтезатор речи. Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва "Лань", Национальный Открытый Университет"ИНТУИТ", "Инженерно-технические науки" изд-ва "Лань".
	ЭБС «ЛАНЬ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г. Сумма договора – 642 083-68 С «26» сентября 2019г. по «25»	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет),

		сентября 2020г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера	«Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», Инженерно-технические науки" изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» изд-ва Дашков и К. А также отдельные издания в соответствии с Договором.
2.	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru».	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ», договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г. Сумма договора - 934 693-00 С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Электронные версии периодических и неперіодических изданий по различным отраслям науки
4	Издательство Wiley	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Wiley/130 от 10.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.
5	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Reaxys /130 от 10.10.2019 г.	Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и

	Elsevier	С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
6	Scopus	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Scopus/130 от 09.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.scopus.com. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER
7	Ресурсы международной компании Clarivate Analytics	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № WoS/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R11j2TUYmdd7bUatOIJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.
8	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество)	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № RSC/130 от 08.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.

9	База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № CAS/130 от 23.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://scifinder.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.	SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.
10	Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ № исх.- 1294 от 09 10 2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.	«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2014-2018гг.
11	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-1299/2018 от 06.03.2019 г. С «06» марта 2019г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Сумма договора – 73 247-39 Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция книг по естественно-научным и техническим отраслям науки.

12	ЭБС «ЮРАЙТ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора – ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ», Договор № №29.01-3-2.0-1168/2018 от 11.01.2019 г. С «11» января 2019 г. по «10» января 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС - https://biblio-online.ru/ Сумма договора – 220 000-00 руб. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Химическая технология технических монокристаллов» проводятся в форме лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы студента.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса; наборы образцов монокристаллов и монокристаллических изделий.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками стекол и стеклоизделий.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Операционная система Microsoft	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching ,	Подписка не подразумевает	30.01.2021

	Windows Education (Russian)	10	соглашение от 31.01.2019 ICM-169788, номер подписки IM91021, действительно до 30.01.2021, счет от 31.01.2019 № 9552830795	количества лицензий	
2	Microsoft Professional (Russian)	Visio 2019	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching , соглашение от 31.01.2019 ICM-169788, номер подписки IM91021, действительно до 30.01.2021, счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1.	<i>Знает:</i> - методы введения легирующих микропримесей в монокристаллы; <i>Умеет:</i> - конструировать структуру и состав легированных монокристаллов; <i>Владеет:</i> - навыками анализа структур и процессов в кристаллизационных средах. - навыками конструирования легированных монокристаллов;	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за реферат Оценка на экзамене
Раздел 2.	<i>Знает:</i> - методы введения легирующих микропримесей в монокристаллы; - основные виды структур и процессов в кристаллизационных средах <i>Умеет:</i> - конструировать структуру и состав легированных монокристаллов; - анализировать процессы, проходящие в кристаллизационных средах; - проектировать логику питания растущего монокристалла; <i>Владеет:</i> - навыками анализа структур и процессов в кристаллизационных средах. - навыками конструирования легированных монокристаллов;	Оценка за контрольную работу №2 Оценка за реферат Оценка на экзамене

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе
«Физическая электроника и электронные приборы»
основной образовательной программы**

18.03.01 «Химическая технология»

Профиль – «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и
нанoeлектроники»

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата»

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения, договоров с ЭБЦ и информационных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 1 от «31» августа 2019 г
2.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«Утверждаю»

ректор

(Руководитель образовательной организации)

А.Г. Мажуга

(Подпись)

(И.О. Фамилия)

«_____» _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Химическая технология тонкопленочных гетероструктур»
(Б1.В.ДВ.03.02)**

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной
техники и нанoeлектроники»

Квалификация – бакалавр

Программа одобрена
Методической комиссией
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«31» мая 2019 г.

Председатель _____ **Н.А. Макаров**
(Подпись) (И.О. Фамилия)

Москва 2019 г.

Программа составлена:

Заведующим кафедрой химии и технологии кристаллов, профессором, д.х.н.

И.Х. Аветисовым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии кристаллов РХТУ им.Д.И. Менделеева «21» мая 2019 г., протокол № 13.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины	4
2. Требования к результатам освоения дисциплины	4
3. Объем дисциплины и виды учебной работы	6
4. Содержание дисциплины	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	6
4.2. Содержание разделов дисциплины	7
5. Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины	8
6. Практические и лабораторные занятия	9
6.1. Практические занятия	9
6.2. Лабораторные занятия	10
7. Самостоятельная работа	10
8. Примеры оценочных средств для контроля освоения дисциплины	11
8.1. Примерная тематика расчетной работы	11
8.2. Примерная тематика рефератов	11
8.3. Примеры контрольных вопросов для оценки освоения дисциплины	11
8.4. Структура и примеры экзаменационных билетов	12
9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	13
9.1. Рекомендуемая литература	13
9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации	14
9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины	15
10. Методические указания для обучающихся	17
11. Методические указания для преподавателей	18
12. Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе	24
13. Материально-техническое обеспечение дисциплины	25
13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе	25
13.2. Учебно-наглядные пособия	25
13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства	25
13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы	25
13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения	26
14. Требования к оценке качества освоения программы	27
15. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	28

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники», в соответствии с рекомендациями Методической комиссии РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплин профиля на кафедре химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к вариативной части учебного плана, к блоку дисциплин по выбору (Б1.В.ДВ.03.02) и рассчитана на изучение дисциплины в 8 семестре обучения. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей химии, математики, физики, физической химии, кристаллографии.

Цель дисциплины — сформировать у студентов бакалавриата представление о том, как на основе фундаментальной физико-химической информации осуществляется выбор технологии и определяются конкретные технологические режимы; каким образом осуществляется оперативный контроль за качеством получаемых материалов и изделий; какова должна быть последовательность действий при разработке технологии новых многокомпонентных гетерофазных структур.

Основные задачи -

- ознакомление с теоретическими основами технологии монокристаллических, аморфных материалов на основе известных полупроводниковых соединений;
- ознакомление с технологиями формирования многослойных пленочных гетерофазных структур для приборов электроники и фотоники.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины при подготовке бакалавров по направлению 18.03.01 «Химическая технология»; профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» способствует формированию следующих компетенций:

Профессиональных:

- готовностью использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (**ПК-1**);
- способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (**ПК-4**);
- способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест (**ПК-5**);
- способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа (**ПК-10**);
- способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса (**ПК-11**);

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- Термодинамические аспекты технологий пленочных структур на основе

неорганических и органических химических соединений

- Теоретические аспекты согласования толщин различных функциональных слоев при создании многослойных светоизлучающих диодных структур на основе органических соединений
- Закономерности формирования собственных и примесных точечных дефектов при получении пленочных структур различными методами
- Особенности формирования переходных слоев при получении многослойных пленочных структур на основе неорганических и органических соединений для производства приборов электроники.
- Основные неорганические материалы и индивидуальные вещества, которые используются для получения активных и пассивных слоев современных гетерофазных пленочных структур для приборов электроники различного назначения.
- Способы получения отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур с заранее заданными функциональными характеристиками для приборов электроники различного назначения.

Уметь:

- Выбирать методы формирования отдельных слоев тонкопленочных структур с заданным типом и концентрацией точечных дефектов.
- Рассчитывать толщины функциональных слоев многослойной светоизлучающей диодной структуры на основе органических соединений.
- Анализировать информацию и на ее основе осуществлять выбор материалов для создания активных и пассивных слоев современных гетерофазных пленочных структур для приборов электроники различного назначения.
- Способы получения отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур с заранее заданными функциональными характеристиками для приборов электроники различного назначения.

Владеть:

- Современными способами получения отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур с заранее заданными функциональными характеристиками для приборов электроники различного назначения.
- Способы создания и использования основных элементов электровакуумных приборов (подогревателей, катодов, геттеров)
- Методами расчета характеристик переходных слоев многослойных структур на основе неорганических и органических соединений для приборов электроники.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Дисциплина изучается в 8 семестре бакалавриата на базе знаний, полученных студентами на первых курсах. Контроль освоения студентами материала дисциплины осуществляется путем проведения экзамена.

Виды учебной работы	Всего	
	Зач. ед.	Ак. час.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5	180
Контактная работа – аудиторные занятия:	2	64
Лекции (Лек)	1	32
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,5	16
Практические занятия (ПЗ)	0,5	16
Самостоятельная работа (СР):	2	80

Реферат	1	40
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1	40
Виды контроля:		
Экзамен	1	36
Контактная работа – промежуточная аттестация		0.4
Подготовка к экзамену.		35.6

Виды учебной работы	Всего	
	Зач. ед.	Астр. час.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	2	48
Лекции (Лек)	1	24
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,5	12
Практические занятия (ПЗ)	0,5	12
Самостоятельная работа (СР):	2	60
Контактная самостоятельная работа	1	30
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		30
Виды контроля:		
Экзамен	1	27
Контактная работа – промежуточная аттестация		0.3
Подготовка к экзамену.		26,7

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Разделы дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек-ции	Прак. Зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1	Раздел 1 Общие вопросы технологии гетерофазных структур	50	12	4	4	30
2	Раздел 2 Технология линейных гетерофазных структур	50	12	4	4	30
3	Раздел 3 Технология объемных гетерофазных структур на примере керамических мишеней для магнетронного и электронно-лучевого распыления.	44	8	8	8	20
	ИТОГО	144	32	16	16	80
	Экзамен	36				
	ИТОГО	180				

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Общие вопросы технологии гетерофазных структур

1.1. Классификация гетерофазных структур. Понятие гетерофазной структуры. Классификация гетерофазных структур по различным признакам - размерность, слоистость, количество используемых фаз, агрегатное и структурное состояние отдельные

слоев гетерофазных структур.

1.2. Общий подход к анализу физико-химических данных о системах, используемых при разработке технологии гетерофазных структур (на примере основных химических соединений, используемых в современной микроэлектронике).

1.3. Физико-химические свойства кремния и германия. Технологии монокристаллического и аморфного кремния и германия для различных типов устройств. Номенклатура и характеристики промышленных монокристаллов.

1.4. Фазовые равновесия в системах A^3-B^5 . Характеристика физических, электрофизических, и оптоэлектрических свойств химических соединений типа A^3B^5 . Технология монокристаллов соединений A^3B^5 и твердых растворов на их основе. Номенклатура и характеристики промышленных монокристаллов.

1.5. Фазовые равновесия в системах A^2-B^6 . Характеристика физических, электрофизических, и оптоэлектрических свойств химических соединений типа A^2B^6 .

1.6. Характеристика физико-химических, физических и электрофизических свойств некоторых материалов, широко используемых при изготовлении пассивных элементов в технологиях гетероструктур: металлы, оксиды, нитриды.

1.7. Жидкие кристаллы. Классификация, основные характеристики, методы получения.

1.8. Технология неорганических люминофоров. Классификация люминофоров по различным признакам. Основные классы химических соединений, используемых для синтеза неорганических люминофоров. Технологии синтеза неорганических люминофоров. Взаимосвязь между условиями синтеза и характеристиками люминофоров. Способы формирования тонкопленочных люминесцентных структур при различных способах их возбуждения.

Раздел 2. Технология линейных гетерофазных структур

2.1. Технология интегральных схем. Классификации интегральных схем (ИС) по различным признакам. Технология полупроводниковых ИС на основе Si. Технология изготовления пластин для ИС из монокристаллической булы. Физико-химические основы и техника легирования кремниевых микросхем. Фазовые равновесия и кинетика гетерофазных процессов в системе Si-O. Технология диэлектрических покрытий на основе оксидов кремния. Фотолитография. Травление. Особенности технологии ИС на основе GaAs. Основные типы структур активных элементов, используемых при создании ИС: диффузионно-планарная структура, эпитаксиально-планарная структура, Эпитаксиально-планарная структура со скрытым слоем, структура с диэлектрической изоляцией, изопланарная структура, полипланарная структура, МДП структура, Эпитаксиально-планарный транзистор с диодом Шоттки, структура с инжекционно-интегральной логикой. Технология гибридных ИС. Технология толстопленочных микросхем.

2.3. Технология приборов воспроизведения изображения. Понятие цвета, диаграмма цветности, цветовые измерения, Цветовая система МКО. Основные системы представления цвета, аналоговое и цифровое представление цвета. Технология активного жидкокристаллического дисплея с транзисторной матрицей на основе Si. Топология активного жидкокристаллического дисплея. Фазовые равновесия в системе Si-H. Особенности получения тонких слоев аморфного нефоточувствительного кремния. Формирование транзисторной матрицы. Моделирование и особенности технологии тонкопленочных неорганических светофильтров. Особенности фотолитография прозрачных проводящих покрытий $In_2O_3-SnO_2$. Технология электронно-лучевых трубок. Технология вакуумного флуоресцентного дисплея. Технология плазменной панели. Технология электросмачивающего дисплея.

2.4. Органическая электролюминесценция. Основные классы органических люминесцирующих структур. Особенности механизмов люминесценции ОЛС. Теоретическая модель органических светоизлучающих диодов. Методика подбора материалов для создания гетерофазной ОЛС. Технология органического

электролюминесцирующего дисплея. Технология полимерного электролюминесцирующего дисплея.

2.5. Технология линейных гетерофазных структур на примере приборов передачи изображения.

Технология видиконов для передачи цветного телевизионного изображения. Технология матричных приборов с зарядовой связью (CCD матрицы): топология, принцип действия, основные характеристики. Технология фоточувствительных структур на основе матрицы КМОП транзисторов: топология, принцип действия, сравнительные характеристики. Пространственно-временные модуляторы света. Назначение и принцип действия основных типов ПВМС. Технология материалов для изготовления активной структуры ПВМС. Технология пространственно-временного преобразователя света (для видимого диапазона) на основе поликристаллического сульфида кадмия. Технология электростатического проекционного дисплея на основе деформируемых микрозеркальных устройств.

Раздел 3. Технология объемных гетерофазных структур на примере керамических мишеней для магнетронного и электронно-лучевого распыления

Характеристика керамических мишеней для магнетронного и электронно-лучевого распыления. Диаграмма Эллингхема для системы Zn-O-S. Технология — мокрого легирования сульфида цинка ионами тербия. Технология высокотемпературного прессования при контролируемом химическом потенциале одного из компонентов. Технология активационного отжига по методу Ван-Доорна.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ КОМПЕТЕНЦИЯМ БАКАЛАВРА

Компетенции	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
<i>Знать:</i>			
– Термодинамические аспекты технологий пленочных структур на основе неорганических и органических химических соединений	+	+	+
– Теоретические аспекты согласования толщин различных функциональных слоев при создании многослойных светоизлучающих диодных структур на основе органических соединений	+	+	+
– Закономерности формирования собственных и примесных точечных дефектов при получении пленочных структур различными методами	+	+	+
– Особенности формирования переходных слоев при получении многослойных пленочных структур на основе неорганических и органических соединений для производства приборов электроники.	+	+	+
– Основные неорганические материалы и индивидуальные вещества, которые используются для получения активных и пассивных слоев современных гетерофазных пленочных структур для приборов электроники различного назначения.	+	+	+
– Способы получения отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур с заранее	+	+	+

заданными функциональными характеристиками для приборов электроники различного назначения.			
Уметь:			
– Выбирать методы формирования отдельных слоев тонкопленочных структур с заданным типом и концентрацией точечных дефектов.	+	+	+
– Рассчитывать толщины функциональных слоев многослойной светоизлучающей диодной структуры на основе органических соединений.	+	+	+
– Анализировать информацию и на ее основе осуществлять выбор материалов для создания активных и пассивных слоев современных гетерофазных пленочных структур для приборов электроники различного назначения.	+	+	+
– Способы получения отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур с заранее заданными функциональными характеристиками для приборов электроники различного назначения.	+	+	+
Владеть:			
– Современными способами получения отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур с заранее заданными функциональными характеристиками для приборов электроники различного назначения.	+	+	+
– Способы создания и использования основных элементов электровакуумных приборов (подогревателей, катодов, геттеров)	+	+	+
– Методами расчета характеристик переходных слоев многослойных структур на основе неорганических и органических соединений для приборов электроники.	+	+	+
Профессиональные компетенции:			
– готовностью использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);	+	+	+
– способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-4);	+	+	+
– способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и	+	+	+

вибрации, освещенности рабочих мест (ПК-5);			
– способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа (ПК-10);	+	+	+
– способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса (ПК-11);	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Химическая технология тонкопленочных гетероструктур» в объеме 16 часов (0,5 зач. ед.). Практические занятия проводятся под руководством преподавателей и направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, расширение знаний в области теории кристаллизации.

Примерный перечень практических занятий

№ пп	Раздел	Темы практических занятий	Часы
1	1	Расчет условий синтеза пленочных фоточувствительных структур на основе сульфида кадмия	4
2	2	Расчет диффузионной толщины гетероструктур A^3B^5	4
3	3	Расчет дисперсии фотолитографического процесса формирования активных элементов интегральных схем	4
4	3	Расчет толщины слоя органического люминофора, осаждаемого методом вакуумного термического испарения.	4

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторный практикум по дисциплине «Химическая технология тонкопленочных гетероструктур» выполняется в соответствии с Учебным планом в 8 семестре и занимает 16 акад. ч. Лабораторные работы охватывают все разделы дисциплины. В практикум входит 4 работ, примерно по 4 ч на каждую работу. В зависимости от трудоемкости включенных в практикум работ их число может быть уменьшено. Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Химическая технология тонкопленочных гетероструктур», а также дает знания о методиках формирования тонкопленочных структур и исследования их характеристик.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 20 балла (максимально по 5 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ

№ п/п	Раздел	Наименование лабораторных работ	Часы
1.	1	Синтез органического порошкового люминофора и его очистка методом вакуумной сублимации	4
2.	2	Формирование тонкопленочного прозрачного проводящего	4

		слоя на стеклянной подложке	
3.	3	Формирование многослойной гетерофазной тонкопленочной светоизлучающей диодной структуры	4
4.	3	Измерения характеристик многослойной гетерофазной тонкопленочной светоизлучающей диодной структуры	4

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины «Химическая технология тонкопленочных гетероструктур» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 80 акад. час., в том числе самостоятельное изучение разделов дисциплины и выполнение домашних заданий в объеме 55 акад. час., выполнение расчетной работы по дисциплине в объеме 16 акад. час., подготовку реферата в объеме 9 акад. час.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- выполнение расчетной работы по тематике дисциплины;
- подготовку реферата по тематике дисциплины на основе проработки рекомендованной литературы и работы с электронно-библиотечными системами;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче экзамена.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Оценка в семестре складывается из оценки за выполнение лабораторных работ (20 баллов), оценки за расчетную работу (20 баллов) и оценки за реферат (20 баллов).

8.1. Примерная тематика расчетной работы

Расчетная работа по дисциплине выполняется в 8 семестре в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка расчетной работы – 30 баллов.

Тематика расчетной работы: «Расчет процесса вакуумного термического напыления тонкопленочной структуры».

8.2. Примерная тематика рефератов

Реферат по дисциплине выполняется в 8 семестре в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка реферата – 20 баллов.

Примерная тематика реферата:

1. Современная технология моно- поликристаллического и аморфного кремния и германия для различных типов устройств .
2. Исследования полиморфизма в нестехиометрических фазах соединений A^2B^6 .
3. Применение полупроводникового арсенида галлия в технологиях СВЧ устройств и оптоэлектроники.
4. Современные тенденции в создании тонкопленочных прозрачных проводящих слоев для устройств отображения информации.
5. История создания и современные тенденции развития технологий

- жидкокристаллических устройств.
6. Современное развитие технологий неорганических люминофоров.
 7. Современные тенденции развития технологий интегральных схем.
 8. Модифицирование технологии фотолитографии: от миллиметров до нанометров.
 9. Способы представления цвета в устройствах отображения информации.
 10. Пассивные и активные тонкопленочные структуры тонкопленочных светодиодных излучающих устройств.
 11. Технология QLED против технологии OLED.

8.3. Примеры контрольных вопросов для оценки освоения дисциплины

Итоговый контроль – экзамен

Итоговый контроль проводится в форме экзамена. Билет содержит 3 вопроса, максимальная оценка за первый вопрос – 15 баллов, второй вопрос – максимально 15 баллов, третий вопрос – максимально 10.

Общая оценка складывается путем суммирования оценок за расчетно-реферативную работу (максимум 20 баллов), реферат (максимум 20 баллов), лабораторные работы (20 баллов) и ответ на экзамене (максимум 40 баллов). Максимальная оценка – 100 баллов.

Примеры контрольных вопросов

1. Классификация гетерофазных структур.
2. Классификация гетерофазных структур по размерности.
3. Классификация гетерофазных структур по количеству используемых фаз.
4. Классификация гетерофазных структур по агрегатному состоянию отдельных слоев гетерофазных структур.
5. Классификация гетерофазных структур по структурному состоянию отдельных слоев гетерофазных структур.
6. Общий подход к анализу физико-химических данных о системах, используемых при разработке технологии гетерофазных структур.
7. Физико-химические свойства кремния как полупроводникового материала.
8. Физико-химические свойства германия как полупроводникового материала.
9. Технология монокристаллического кремния для технологии и интегральных схем.
10. Технология поликристаллического кремния для получения монокристаллического кремния полупроводникового качества.
11. Технология аморфного кремния для прозрачной транзисторной матрицы приборов отображения информации.
12. Технология монокристаллического германия для охлаждаемых матричных детекторов.
13. Технология монокристаллического арсенида галлия для полупроводниковых приборов фотоники и СВЧ электроники.
14. Технология монокристаллического фосфида индия для полупроводниковых приборов фотоники и СВЧ электроники.
15. Технологии нитридов алюминия и галлия для светодиодных устройств.
16. Номенклатура и характеристики промышленных монокристаллов A^3B^5 .
17. Физико-химические характеристики халькогенидов цинка и кадмия.
18. Технология фоточувствительных пленочных структур на основе сульфида и теллурида кадмия.
19. Жидкие кристаллы. Классификация, основные характеристики, методы получения.
20. Классификация люминофоров по различным признакам.
21. Основные классы химических соединений, используемых для синтеза неорганических люминофоров.
22. Технологии синтеза неорганических люминофоров.

23. Взаимосвязь между условиями синтеза и характеристиками люминофоров.
24. Способы формирования тонкопленочных люминесцентных структур при различных способах их возбуждения.
25. Классификации интегральных схем (ИС) по различным признакам.
26. Технология изготовления пластин для ИС из монокристаллической булы.
27. Фазовые равновесия и кинетика гетерофазных процессов в системе Si-O.
28. Технология диэлектрических покрытий на основе оксидов кремния.
29. Основные типы структур активных элементов, используемых при создании ИС: диффузионно-планарная структура, эпитаксиально-планарная структура.
30. Технология гибридных интегральных схем.
31. Понятие цвета, диаграмма цветности, цветовые измерения.
32. Цветовая система МКО. Основные системы представления цвета, аналоговое и цифровое представление цвета.
33. Фазовые равновесия в системе Si-H.
34. Формирование транзисторной матрицы на основе аморфного кремния.
35. Технология электронно-лучевых трубок.
36. Технология вакуумного флуоресцентного дисплея.
37. Технология плазменной панели.
38. Технология электросмачивающего дисплея.
39. Основные классы органических люминесцирующих структур.
40. Теоретическая модель органических светоизлучающих диодов.
41. Технология органического электролюминесцирующего дисплея.

8.4. Структура и пример билетов к экзамену

Итоговый контроль освоения материала проводится в форме экзамена.

Билет к зачету состоит из 3 вопросов. Первый вопрос билета предусматривают развернутые ответы студента по разделу 1, второй – по разделу 2 и третий – по разделу 3. Ответы на вопросы билета оцениваются из 40 баллов (максимальная оценка) следующим образом: первый вопрос – максимально по 15 баллов, второй вопрос – максимально 15 баллов, третий вопрос – максимально 10. Общая оценка экзамена складывается путем суммирования оценок текущего контроля по модулю 1 и ответа на зачете. Максимальная оценка экзамена – 100 баллов.

Пример билета к экзамену.

«Утверждаю» Зав.кафедрой _____ 2019 И.Х. Аветисов _____	МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии кристаллов
	Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники»
	Химическая технология тонкопленочных гетероструктур
Билет № 1 1. Жидкие кристаллы. Классификация, основные характеристики, методы получения. 2. Пространственно-временные модуляторы света. Назначение и принцип действия основных типов ПВМС. 3. Технология активационного отжига по методу Ван-Доорна	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Высокоочищенные вещества. Коллектив авторов. М., Научный мир, 2018, 996 с.
2. А.Ю. Зиновьев, А.Г. Чердниченко, И.Х. Аветисов Технология органических электролюминесцентных устройств. Технологические процессы. Учебное пособие. М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. 64с.
3. А.Ю.Зиновьев, А.Г.Чердниченко, И.Х.Аветисов Технология органических электролюминесцентных устройств. Теоретические основы и материалы. Учебное пособие. М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2010. 62с.
4. А.Ю.Зиновьев, И.Х.Аветисов, А.Г.Чердниченко Технология органических электролюминесцентных устройств. Гетероструктуры. Учебное пособие. М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2011. 63с.
5. В. П. Зломанов, И. Х. Аветисов, Е. Н. Можевитина. Физическая химия твердого тела. Р–Т–х диаграммы фазовых равновесий: учеб. пособие, М., РХТУ, 2019, 184 с.

Б. Дополнительная литература

1. Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов. М.; Высш.шк.,1990, 423 с.
2. Парфенов О.Д. Технология микросхем. М.; Высш.шк.,1986, 320 с.
3. Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения. М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2011 400с
4. Ковтуненко П.В. Физическая химия твердого тела. Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 1993, 352 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия 19С «Химия»
- Журнал Неорганические материалы. ISSN: : 0002-337X
- Журнал Физика твердого тела. ISSN: 0367-3294
- Журнал Известия ВУЗов. Материалы электронной техники. ISSN: 1609-3577
- Journal of Solid State Chemistry. ISSN: 0022-4596.
- Physica Status Solidi A. ISSN: 1862-6300
- Рекламные материалы ведущих производителей кристаллов и материалов электронной техники.

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

Интернет - ресурсы:

- <http://www.portalnano.ru/> - Нанотехнологии и наноматериалы. Федеральный интернет-портал
- <http://www.nsknano.ru/> - Новосибирские Наноматериалы
- www.14000.ru - Информационный сайт по системам экологического менеджмента, энерго- и ресурсоэффективным технологиям производства
- www.centerprioritet.ru – СМЦ «Приоритет» - техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания
- <http://www.nanometer.ru/> - "Нанометр" - нанотехнологическое сообщество
- <http://plasma.karelia.ru/pub/nano-kurs/> - «Нано Технологии»
- <http://www.nanonewsnet.ru/> - Нанотехнологии Nano news net | Сайт о нанотехнологиях #1 в России
- <http://nano-portal.ru/> - Нано Портал - Нанотехнологии России

- <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx> - Scientific research. Open Access
 - <http://www.superhimik.com/forum.htm> - Золотые купола химии
 - <http://www.intechopen.com/> - In Tech. Open Science
 - <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета.
- Поиск книг и журналов
- http://www.twirpx.com/files/chidnustry/chemistry_tech/silicate/ - Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов
 - www.sciyo.com - Welcome to Sciyo! Read, download & share more than 273 FREE SCIENTIFIC BOOKS
 - <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
 - <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
 - <http://lib.msu.su> - Научная библиотека Московского государственного университета
 - <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
 - <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
 - <http://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах
 - <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
 - <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека
 - <http://lcweb.loc.go> - Библиотека Конгресса США

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 22, (общее число слайдов – 514);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 80);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 41).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 09.04.2019).
- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/93/91/5> (дата обращения: 09.04.2019).
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 09.04.2019).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 09.04.2019).
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 01.04.2019).
- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://i-exam.ru/> (дата обращения: 09.04.2019).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Методические рекомендации по организации учебной работы студента, обучающегося в бакалавриате, направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина «Химическая технология тонкопленочных гетероструктур» включает 3 раздела. При изучении материала рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

Учебная программа дисциплины предусматривает выполнение расчетной работы, а также подготовку и написание реферата по тематике дисциплины в 8 семестре обучения. Эти работы выполняются в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу.

Целью выполнения расчетной работы и подготовки реферата является закрепление полученных знаний по дисциплине, расширение эрудиции и кругозора студента в области современных технологий стекол и стеклоизделий, развитие его творческого потенциала и самостоятельного мышления.

В задачи выполнения расчетной работы входит получение навыков проведения технологических расчетов и предпроектных работ в области гетерофазных пленочных структур. В задачи подготовки реферата входит приобретение навыков работы с информационными ресурсами, получение опыта изложения, обработки, анализа результатов исследования, формулирования выводов по работе, знакомство с правилами оформления научных рефератов.

Расчетная работа и реферат выполняются в форме самостоятельного исследования по индивидуальной тематике.

При выполнении указанных видов самостоятельной работы студент должен руководствоваться следующими основными принципами:

1 – сочетание в работе, с одной стороны, общепризнанных теоретических и практических положений и сведений, с другой, – результатов новейших разработок в области технологии стекла;

2 – творческий аналитический подход к собранным материалам, исключающий их простое перечисление и изложение.

Выполнение работ в первую очередь ориентировано на самостоятельную работу студента с информационными ресурсами – учебной, научно-технической, справочной и патентной литературой, ресурсами Интернета, базами данных, рекламной продукцией фирм-производителей. Доступ к указанным ресурсам обеспечивается фондами научно-технической библиотеки вуза и городских научно-технических библиотек, электронными библиотеками и поисковыми системами Интернета, материалами тематических выставок и научно-технических конференций. При оформлении расчетной работы и реферата следует ориентироваться на требования ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

Содержание и оформление работ оценивается в соответствии с принятой в

университете рейтинговой системой оценки знаний. Совокупная оценка текущей работы студента складывается из оценок за работу на лабораторных занятиях (20 баллов), Максимальная оценка расчетной работы и реферата составляет по 20 баллов (в совокупности 40 баллов). Максимальная оценка текущей работы в каждом семестре составляет 60 баллов.

В соответствии с учебным планом изучение материала модуля 1 заканчивается контролем его освоения в форме экзамена. Максимальная оценка - составляет 40 баллов.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Дисциплина «Химическая технология тонкопленочных гетероструктур» изучается в 8 семестре бакалавриата.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен учитывать, что студенты, обучающиеся в бакалавриате, имеют определенную подготовку по специальным дисциплинам профиля, полученную ими при обучении в бакалавриате, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал дисциплины должен быть ориентирован на современную трактовку изучаемых вопросов, отличаться широтой и глубиной их проработки, включать элементы научной дискуссии. Необходимо обращать внимание студентов на обоснование круга рассматриваемых вопросов, формулировки главных положений и определений, практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться связь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Химическая технология тонкопленочных гетероструктур», является формирование у студентов широкого кругозора и эрудиции в области проблем получения материалов и формирования на их основе гетерофазных пленочных структур. Преподаватель должен акцентировать внимание студентов на вопросах получения и оценке различных типов полупроводниковых материалов в форме поли- монокристаллов и пленочных гетерофазных структур. При проведении занятий желательно обращаться к опыту ведущих ученых, использовать их научно-информационные и рекламные материалы, проводить сравнительный анализ результатов передовых научных исследований в данной области.

В разделе «Общие вопросы технологии гетерофазных структур» следует остановиться на тенденциях в области современных технологий изготовления гетерофазных тонкопленочных структур с контролируемым дефектным составом.

Основная задача раздела «Технология линейных гетерофазных структур» заключается в анализе информации о технологии интегральных схем, приборов воспроизведения изображения, светодиодных тонкопленочных структур на основе органических электролюминофоров.

В разделе «Технология объемных гетерофазных структур на примере керамических мишеней для магнетронного и электронно-лучевого распыления» следует изложить материал о технологиях легирования порошковых препаратов, изготовления керамических мишеней для магнетронного и электронно-лучевого распыления.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий является широкое использование иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники. Иллюстративный материал включает презентации по разделам дисциплины, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам дополнительную литературу по тематике занятия. Желательно стимулировать студентов к самостоятельной работе с литературными источниками, задавая вопросы и организуя их обсуждение в аудитории.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 составляет 1 708 372 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-827/2018 от 26.09.2018 г. Сумма договора – 357 000-00 С «26» сентября 2018г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань" — ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в которых интегрированы бесплатные сервисы для незрячих студентов и синтезатор речи. Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский

	ЭБС «ЛАНЬ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г. Сумма договора – 642 083-68 С «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва "Лань", Национальный Открытый Университет"ИНТУИТ", "Инженерно-технические науки" изд-ва "Лань". Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», Национальный Открытый Университет«ИНТУИТ», Инженерно-технические науки" изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» изд-ва Дашков и К. А также отдельные издания в соответствии с Договором.
2.	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	Информационно-	Принадлежность сторонняя.	Электронная библиотека

	справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».	Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 111-142ЭА/2018 от 18.12.2018 г. Сумма договора – 547 511 руб. С «01» января.2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт ЭБС – http://reforma.kodeks.ru/reforma/ Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.	нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД
4	Электронная библиотека диссертаций (ЭБД).	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – РГБ, Договор № 29.01-Р-2.0-826/2018 от 03.10.2018 г. Сумма договора - 299130-00 С «15» октября 2018 г. по «14» июля 2019 г. Ссылка на сайт ЭБС – http://diss.rsl.ru/ Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.	В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.
5	ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru».	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ», договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г. Сумма договора - 934 693-00 С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ	Электронные версии периодических и неперiodических изданий по различным отраслям науки

		для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	
6	БД ВИНТИ РАН	Принадлежность сторонняя Договор № 5Д/2018 от 01.02.2018 г. Сумма договора - 24000-00 С «02» февраля 2018 г. по «05» мая 2019 г. Ссылка на сайт- http://www.viniti.ru/ Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.	Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов
7	Справочно-правовая система «Консультант+»,	Принадлежность сторонняя, Договор № 45-70ЭА/2018 от 09.07.2018 г. С «10» июля 2018 г. по «09» июля 2019 г. Ссылка на сайт- http://www.consultant.ru/ Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
8	Справочно-правовая система «Гарант»	Принадлежность сторонняя Договор №145-188ЭА/2018 г. от 28.01.2019 г. С «28» января 2019 г. по «27» января 2020 г. Ссылка на сайт – http://www.garant.ru/ Сумма договора - 512000-00 Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.	Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.

9	Издательство Wiley	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Wiley/130 от 10.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip- адресам неограничен.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.
10	QUESTEL ORBIT	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Questel/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.questel.orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip- адресам неограничен.	ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.
11	ProQuest Dissertation and Theses Global	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № ProQuest/130 от 09.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.proquest.com/products-services/pqdtglobal.html Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	База данных ProQuest Dissertation & Theses Global (PQDT Global) авторитетная коллекция из более 3,5 млн. зарубежных диссертаций, более 1,7 млн. из которых представлены в полном тексте.
12	American Chemical Society	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор	Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American

		№ ACS/130 от 25.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.acs.org/content/acs/en.html Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Chemical Society
13	American Institute of Physics (AIP)	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № AIP/130 от 24.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://scitation.aip.org/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP)
14	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Reaxys /130 от 10.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
15	Scopus	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Scopus/130 от 09.10.2019 г.	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER

		С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.scopus.com. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	
16	Ресурсы международной компании Clarivate Analytics	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № WoS/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.
17	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № RSC/130 от 08.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.

18.	Электронные ресурсы издательства SpringerNature	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+РФФИ) Информационное письмо РФФИ № 809 от 24.06.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт http://link.springer.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний. - Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols - Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) - Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме - Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH - Nano Database
19.	База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № CAS/130 от 23.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://scifinder.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.	SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.

20	Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ № исх.- 1294 от 09 10 2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.	«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2014-2018гг.
21	ЭБС «ЮРАЙТ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора – ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ», Договор № №29.01-3-2.0-1168/2018 от 11.01.2019 г. С «11» января 2019 г. по «»10» января 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС - https://biblio-online.ru/ Сумма договора – 220 000-00 руб. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Химическая технология тонкопленочных гетероструктур» проводятся в форме лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы студента.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками стекол и стеклоизделий.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Операционная система Microsoft Windows 10 Education (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching, соглашение от 31.01.2019 ICM-169788, номер подписки IM91021, действительно до 30.01.2021, счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021
2	Microsoft Visio Professional 2019 (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching, соглашение от 31.01.2019 ICM-169788, номер подписки IM91021, действительно до 30.01.2021, счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1.	<i>Знает:</i> – Термодинамические аспекты технологий пленочных структур на основе неорганических и органических химических соединений – Теоретические аспекты согласования толщин различных функциональных слоев при создании многослойных светоизлучающих диодных структур на основе	Оценка за расчетную работу Оценка за реферат Оценка за лабораторную работу № 1 Оценка за экзамен

	органических соединений – Закономерности формирования собственных и примесных точечных дефектов при получении пленочных структур различными методами – Особенности формирования переходных слоев при получении многослойных пленочных структур основе неорганических и органических соединений для производства приборов электроники. – Основные неорганические материалы и индивидуальные вещества, которые используются для получения активных и пассивных слоев современных гетерофазных пленочных структур для приборов электроники различного назначения. – Способы получения отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур с заранее заданными функциональными характеристиками для приборов электроники различного назначения. <i>Умеет:</i> – Выбирать методы формирования отдельных слоев тонкопленочных структур с заданным типом и концентрацией точечных дефектов. – Рассчитывать толщины функциональных слоев многослойной светоизлучающей диодной структуры на основе органических соединений. – Анализировать информацию и на ее основе осуществлять выбор материалов для создания активных и пассивных слоев современных гетерофазных пленочных структур для приборов электроники различного назначения. – Способы получения отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур с заранее заданными функциональными характеристиками для приборов электроники различного назначения. <i>Владеет:</i> – Современными способами получения отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур с заранее заданными	

	функциональными характеристиками для приборов электроники различного назначения. – Способами создания и использования основных элементов электровакуумных приборов (подогревателей, катодов, геттеров) – Методами расчета характеристик переходных слоев многослойных структур на основе неорганических и органических соединений для приборов электроники.	
Раздел 2.	<i>Знает:</i> – Термодинамические аспекты технологий пленочных структур на основе неорганических и органических химических соединений – Теоретические аспекты согласования толщин различных функциональных слоев при создании многослойных светоизлучающих диодных структур на основе органических соединений – Закономерности формирования собственных и примесных точечных дефектов при получении пленочных структур различными методами – Особенности формирования переходных слоев при получении многослойных пленочных структур основе неорганических и органических соединений для производства приборов электроники. – Основные неорганические материалы и индивидуальные вещества, которые используются для получения активных и пассивных слоев современных гетерофазных пленочных структур для приборов электроники различного назначения. – Способы получения отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур с заранее заданными функциональными характеристиками для приборов электроники различного назначения. <i>Умеет:</i> – Выбирать методы формирования отдельных слоев тонкопленочных структур с заданным типом и концентрацией точечных дефектов.	Оценка за расчетную работу Оценка за реферат Оценка за лабораторную работу № 2 Оценка за экзамен

	– Рассчитывать толщины функциональных слоев многослойной светоизлучающей диодной структуры на основе органических соединений. – Анализировать информацию и на ее основе осуществлять выбор материалов для создания активных и пассивных слоев современных гетерофазных пленочных структур для приборов электроники различного назначения. – Способы получения отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур с заранее заданными функциональными характеристиками для приборов электроники различного назначения. <i>Владеет:</i> – Современными способами получения отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур с заранее заданными функциональными характеристиками для приборов электроники различного назначения. – Способы создания и использования основных элементов электровакуумных приборов (подогревателей, катодов, геттеров) – Методами расчета характеристик переходных слоев многослойных структур на основе неорганических и органических соединений для приборов электроники.	
Раздел 3.	<i>Знает:</i> – Термодинамические аспекты технологий пленочных структур на основе неорганических и органических химических соединений – Теоретические аспекты согласования толщин различных функциональных слоев при создании многослойных светоизлучающих диодных структур на основе органических соединений – Закономерности формирования собственных и примесных точечных дефектов при получении пленочных структур различными методами – Особенности формирования переходных слоев при получении	Оценка за расчетную работу Оценка за реферат Оценка за лабораторные работы № 3 и 4 Оценка за экзамен

	многослойных пленочных структур основе неорганических и органических соединений для производства приборов электроники. – Основные неорганические материалы и индивидуальные вещества, которые используются для получения активных и пассивных слоев современных гетерофазных пленочных структур для приборов электроники различного назначения. – Способы получения отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур с заранее заданными функциональными характеристиками для приборов электроники различного назначения. <i>Умеет:</i> – Выбирать методы формирования отдельных слоев тонкопленочных структур с заданным типом и концентрацией точечных дефектов. – Рассчитывать толщины функциональных слоев многослойной светоизлучающей диодной структуры на основе органических соединений. – Анализировать информацию и на ее основе осуществлять выбор материалов для создания активных и пассивных слоев современных гетерофазных пленочных структур для приборов электроники различного назначения. – Способы получения отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур с заранее заданными функциональными характеристиками для приборов электроники различного назначения. <i>Владеет:</i> – Современными способами получения отдельных слоев и многослойных гетерофазных структур с заранее заданными функциональными характеристиками для приборов электроники различного назначения. – Способами создания и использования основных элементов электровакуумных приборов (подогревателей, катодов, геттеров)	

	– Методами расчета характеристик переходных слоев многослойных структур на основе неорганических и органических соединений для приборов электроники.	

15 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья на основании письменного заявления обучение по дисциплине реализуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее-индивидуальных особенностей); обеспечивается соблюдение следующих общих требований: использование специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего такому обучающемуся необходимую техническую помощь, обеспечение доступа в здания и помещения, где проходит учебный процесс, другие условия, без которых невозможно или затруднено изучение дисциплины.

Обеспечивается соблюдение следующих общих требований: проведение обучения по дисциплине для студентов-инвалидов лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся; присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего(их) обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей; пользование необходимыми обучающимся техническими средствами с учетом их индивидуальных особенностей.

Все локальные нормативные акты РХТУ им. Д. И. Менделеева по вопросам реализации дисциплины (модуля) практики, доводятся до сведения обучающихся с ограниченными возможностями здоровья в доступной для них форме.

Продолжительность прохождения промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности увеличивается по письменному заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья; продолжительность экзамена и (или) зачета, проводимого в письменной форме, увеличивается не менее чем на 0,5 часа; продолжительность подготовки обучающегося к ответу на экзамене и (или) зачете, проводимом в письменной форме, – не менее чем на 0,5 часа; продолжительность ответа обучающегося при устном ответе увеличивается не более чем на 0,5 часа.

**Дополнения и изменения к рабочей программе
«Химическая технология тонкопленочных гетероструктур»
основной образовательной программы**

18.03.01 «Химическая технология»

Профиль – «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и
нанoeлектроники»

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата»

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения, договоров с ЭБЦ и информационных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 1 от «31» августа 2019 г
2.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор РХТУ им. Д.И. Менделеева

_____ А.Г.Мажуга

«_____» _____ 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Химическая технология ювелирных материалов»**

(Б1.В.ДВ.03.03)

Уровень высшего образования – бакалавриат

Направление подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология

**Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной
техники и нанoeлектроники»**

Квалификация «бакалавр»

Программа одобрена
Методической секцией Ученого Совета
РХТУ им. Д.И. Менделеева
« 31 » мая 2019 г.

Председатель _____ Н.А.Макаров

Москва 2019 г.

Программа составлена:
ассистентом
Э.А. Ахметшиным

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии кристаллов
РХТУ им.Д.И. Менделеева «21» мая 2019 г., протокол № 13.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины	4
2. Требования к результатам освоения дисциплины	4
3. Объем дисциплины и виды учебной работы	5
4. Содержание дисциплины	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	5
4.2. Содержание разделов дисциплины	6
5. Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины	8
6. Практические и лабораторные занятия	9
6.1. Практические занятия	9
6.2. Лабораторные занятия	10
7. Самостоятельная работа	10
8. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	10
8.1. Примерная тематика расчетной работы	10
8.2. Примерная тематика рефератов	10
8.3. Примеры контрольных вопросов для оценки освоения дисциплины	11
8.4. Структура и примеры экзаменационных билетов	17
9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	17
9.1. Рекомендуемая литература	17
9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации	18
9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины	18
10. Методические указания для обучающихся	19
11. Методические указания для преподавателей	20
12. Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе	21
13. Материально-техническое обеспечение дисциплины	23
13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе	23
13.2. Учебно-наглядные пособия	23
13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства	23
13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы	23
14. Требования к оценке качества освоения программы	24

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники», в соответствии с рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплин профиля на кафедре химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к вариативной части учебного плана, к блоку элективных дисциплин (Б1.В.ДВ.03.03) и рассчитана на изучение дисциплины в 8 семестре обучения. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей химии, математики, физики, физической химии, кристаллографии, физической электроники.

Цель дисциплины – ознакомление студентов с различными химическими технологиями в области работы с природными и искусственными ювелирными камнями - механической обработкой, модифицированием свойств (облагораживанием), ростом искусственных кристаллов и технологией ювелирного производства.

Основные задачи - формирование у студентов знаний по общим химическим технологиям для работы с природными и искусственными ювелирными камнями и их химическими особенностями, формирование умений и навыков для практической деятельности.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины при подготовке бакалавров по направлению 18.03.01 «Химическая технология»; профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» способствует формированию следующих компетенций:

Профессиональных:

- способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (**ПК-1**);
- способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (**ПК-4**);
- способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест (**ПК-5**);
- способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа (**ПК-10**);
- способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса (**ПК-11**).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- Физико-химические аспекты современных технологий механической обработки ювелирных камней и материалов.
- Методы модифицирования свойств природных и искусственных ювелирных камней и материалов.

- Особенности технологии облагораживания природных ювелирных камней химическими методами.

Уметь:

- Разрабатывать технологические схемы обработки ювелирных камней с учетом физико-химических аспектов процесса.

- Осуществлять контроль качества получаемой продукции

- Выполнять простые операции по ювелирному производству.

- Модифицировать (облагораживать) свойства (цвет, качество и др. свойства) природных и искусственных ювелирных камней и материалов с использованием современных методов, а также предлагать новые перспективные методы.

Владеть:

- Навыком облагораживания ювелирных камней.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс изучается в 8 семестре бакалавриата на базе знаний, полученных студентами на первом-третьем курсе. Контроль освоения студентами материала курса осуществляется путем проведения экзамена.

Виды учебной работы	Всего	
	Зач. ед.	Ак. час.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5	180
Контактная работа – аудиторные занятия:	2	64
Лекции (Лек)	1	32
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,5	16
Практические занятия (ПЗ)	0,5	16
Самостоятельная работа (СР):	2	80
Реферат	1	40
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1	40
Виды контроля:		
Экзамен	1	36
Контактная работа – промежуточная аттестация		0.4
Подготовка к экзамену.		35.6

Виды учебной работы	Всего	
	Зач. ед.	Астр. час.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	2	48
Лекции (Лек)	1	24
Лабораторные занятия (ЛЗ)	0,5	12
Практические занятия (ПЗ)	0,5	12
Самостоятельная работа (СР):	2	60
Контактная самостоятельная работа	1	30
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		30
Виды контроля:		
Экзамен	1	27
Контактная работа – промежуточная аттестация		0,3
Подготовка к экзамену.		26,7

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Раздел	Название раздела	Академ. часов				
		Всего	Лек-ции	Практ. занят.	Лаб. работы	Сам. работа
1.	Технология обработки с основами технологии огранения	16	4	-	2	10
2.	Технология облагораживания ювелирных камней и материалов	46	12	-	10	24
3.	Технология драгоценных монокристаллов - получение искусственных камней и материалов	38	10		4	24
4.	Технология ювелирного производства	44	6	16		22
	Экзамен	36				
	ИТОГО	180	32	16	16	80

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Технология обработки

1. Введение. Определение природных и синтетических ювелирных кристаллов и материалов. Современная технологическая, геммологическая классификации и пр. Цели и задачи кристаллообработки. Основные понятия.
2. Стереологический осмотр сырья, методы сортировки и разметки сырья. Основные технологические приемы.
3. Физический смысл процессов шлифования и полирования, понятие структурно-

нарушенного слоя (СНС), методы выявления и изучения СНС. Факторы, влияющие на параметры СНС.

4. Смазывающе-охлаждающие жидкости. Роль СОЖ и её химической природы в процессах шлифования. Влияние СОЖ на скорость шлифования и параметры шлифования.
5. Процесс огранения. Компьютерное моделирование огранки с учетом оптических и механических свойств обрабатываемого материала.
6. Контроль качества обработки, основные методы и особенности.
7. Особенности организации предприятий по обработке и производству ювелирных камней и материалов. Техника безопасности и утилизация химических отходов производства.

Раздел 2. Технология облагораживания.

1. Введение. Определение облагораживания. Цели и задачи. Методы облагораживания, оборудование. Правила СИБЮ относительно облагороженных ювелирных камней.
2. Определение качественных характеристик природных кристаллов. Понятие о сортности и критерии выделения сортов материалов. Классификация дефектов в природных ювелирных кристаллах.
3. Определение цветовых характеристик ювелирных кристаллов. Понятие о цвете, как о физическом свойстве материала. Понятие о хромофорных центрах, локализация хромофорных примесей, методы определения хромофорных центров, микрохимических анализ. Определение цвета ювелирных кристаллов по системе оценки цвета, разработанной Геммологическим институтом Америки (GIA) с помощью комплекта цветных эталонов GIA GemSet.
4. Физические методы облагораживания. Условия проведения процессов, определяющие особенности методов. Термообработка, НРНТ, НТЛР, облучение, метод ионной имплантации, метод ионного перемешивания
5. Химические методы облагораживания. Условия проведения процессов, определяющие особенности методов. Химическое крашение.
6. Физико-химические методы модифицирования свойств природных монокристаллов. Термодиффузия, пропитка, импрегнирование, диффузия из газовой среды
7. облагораживание природных монокристаллов. Физико-химические основы модифицирования свойств природных монокристаллов. Модифицирование качественных и цветовых характеристик драгоценных камней (алмаз, сапфир, изумруд и др.), реконструкция. Рентабельность процесса облагораживания.

Раздел 3. Технология драгоценных монокристаллов

1. Введение. Цели и задачи роста драгоценных монокристаллов. Моделирование природных процессов кристаллообразования. Экспериментальная и техническая минералогия.
2. Расплавные методы роста ювелирных монокристаллов. Условия, особенности, физхимия процессов, аппаратура и оснастка.
3. Раствор-расплавные методы роста. Условия, особенности, физхимия процессов, аппаратура и оснастка. Особенности массопереноса в расплавах.
4. Гидротермальные методы роста. Условия, особенности, физхимия процессов и оборудование для гидротермального процесса. Активаторы раствора и их роль в процессе роста.
5. Химические методы синтеза ювелирных материалов (на примере опала, малахита и бирюзы). Обменные химические реакции, процессы гидролиза и др. Роль термодинамических факторов, рН, Eh и концентрации реагентов на смещение равновесия и скорость синтеза ювелирных материалов.

Раздел 4. Технология ювелирного производства

1. Введение в технологию ювелирного производства. Цели и задачи, предмет изучения. Исторические аспекты ювелирного производства.
2. Металлические материалы. Чистые металлы, сплавы благородных и неблагородных металлов. Общий обзор свойств металлов и сплавов, их внутреннее строение. Растворимость металлов. Диаграммы состояния сплавов. Двухфазные и тройные системы. Химические вещества применяемые в ювелирном производстве.
3. Основные этапы и стадии подготовительных работ. Весы и определение веса. Пробирный анализ благородных металлов и сплавов. Отделение металлов. Процесс плавки и плавильное оборудование. Флюсы. Технологии литья. Процесс затвердевания расплава.
4. Прокатка и волочение. Сущность процесса деформации металлов. Старение сплавов. Рекристаллизация. Окисление при нагреве. Контроль подготовительных работ, измерительные инструменты и приборы. Технологияковки ювелирных изделий. Гибка. Деформация и изменение структуры металлов при гибки. Проволочногибочные и листогибочные работы. Разрезание и распиливание. Опиливание. Технология сверления и фрезерования. Гравирование. Выколотка и чеканка. Технология холодной листовой штамповки Травильные растворы и технология процесса травления.
5. Пайка. Основные понятия, припои и флюсы. Технологии пайки мягким и твердым припоем. Сущность грануляции и её методы. Технология выполнения штифтовых и заклепочных соединений. Резьбовые соединения. Шлифование и полирование. Сущность процессов, основные понятия, оборудование и инструменты. Крацевание и матировка. Методы поверхностной обработки сплавов – окраска, очистка, оксидирование и др.. Чернение.
6. Гальванотехника. Гальванические процессы и технология гальванических покрытий. Родирование, золочение, серебрение. Эмалирование. Виды эмалей и технологический процесс эмалирования. Инкрустация. Подготовка изделий к закреплке камней. Виды оправ и технология их изготовления. Кастровые и царговые оправы. Корнеровые оправы. Технология закрепки ювелирных камней. Обработка изделий после закрепки. Подвижные соединения. Звеньевые и шарнирные соединения. Штифтовые соединения. Замки для ювелирных изделий.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Компетенции	Раздел			
	1	2	3	4
Знать:				
- Основы современных технологий обработки ювелирных камней и материалов и их физико-химические аспекты.	+	+		
- Методы модифицирования природных и искусственных ювелирных камней и материалов.		+	+	
– Особенности технологии производства искусственных ювелирных камней и их имитаций.			+	
– Технологию современного ювелирного производства				+
Уметь:				
- Обрабатывать ювелирные камни по различным технологическим схемам и контролировать качество получаемой продукции.	+	+		

- Модифицировать(облагораживать) свойства (цвет, качество и др. свойства) природных и искусственных ювелирных камней и материалов с использованием современных методов, а также предлагать новые перспективные методы воздействий с .		+	+	
– Выполнять простые операции по ювелирному производству.				+
Владеть:				
– Навыком механической обработки ювелирных камней	+			
Профессиональные компетенции:				
– (ПК-1) способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	+	+	+	+
– (ПК-4) способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения		+		
– (ПК-5) способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест	+			
– (ПК-10) способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа		+	+	
– (ПК-11) способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Химическая технология ювелирных материалов» в объеме 16 часов (0,5 зач. ед.). Практические занятия проводятся под руководством преподавателей и направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, расширение знаний в области теории кристаллизации.

Примерный перечень практических занятий

№ пп	Раздел	Темы практических занятий	Часы
1	4.	Весы и определение веса. Пробирный анализ благородных металлов и сплавов. Отделение металлов. Процесс плавки и плавильное оборудование. Флюсы. Технологии литья. Процесс затвердевания расплава.	2
2		Прокатка и волочение. Технологияковки ювелирных изделий. Гибка, проволочногибочные и листогибочные работы. Разрезание и распиливание. Опиливание. Технология сверления и фрезерования. Выколотка и чеканка. Технология холодной листовой штамповки Сущность процесса деформации металлов.	3
3		Пайка. Основные понятия, припой и флюсы. Технологии пайки мягким и твердым припоем. Сущность грануляции и её методы.	2
4		Технология выполнения штифтовых и заклепочных соединений. Резьбовые соединения. Шлифование и полирование. Крацевание и матировка. Методы поверхностной обработки сплавов – окраска, очистка, оксидирование и др. Чернение. Травильные растворы и технология процесса травления. Гальванотехника. Гальванические процессы и технология гальванических покрытий. Родирование, золочение, серебрение.	3
5		Подготовка изделий к закреплке камней. Виды оправ и технология их изготовления. Кастровые и царговые оправы. Корнеровые оправы. Технология закрепки ювелирных камней. Обработка изделий после закрепки. Подвижные соединения. Звеньевые и шарнирные соединения. Штифтовые соединения. Замки для ювелирных изделий.	3
6		Эмалирование. Виды эмалей и технологический процесс эмалирования. Инкрустация. Гравирование.	3

6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и наноэлектроники» предусмотрено проведение лабораторных работ по дисциплине «Химическая технология ювелирных материалов» в объеме 16 часов (0,5 зач. ед.). Лабораторные работы проводятся под руководством преподавателей и направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, расширение знаний в области теории кристаллизации.

Примерный перечень лабораторных работ

№ пп	Раздел	Темы лабораторных занятий	Часы
1	1, 2,3	Влияние различных факторов на процесс шлифования. Скорость вращения инструмента, нагрузка, Сож.	2
2		Моделирование огранки в программе GemCadWin	2
3		Модифицирование окраски дымчатого кварца методом термообработки.	3
4		Процессы импрегнирования ювелирных камней. Свойства полимерных композиций.	3
5		Радиационные методы облагораживания. Облучение природного	3

		горного хрусталя.	
6		Синтез ювелирных материалов на примере малахита методом обменных химических реакций	3

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Химическая технология ювелирных материалов» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 80 акад. час., в том числе самостоятельное изучение разделов дисциплины в объеме 40 акад. час., подготовка и защита реферата 40 акад. час.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку реферата по тематике курса на основе проработки рекомендованной литературы и работы с электронно-библиотечными системами;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче экзамена.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика реферативных работ.

Реферат оценивается из 20 баллов

1. Полировка пластин монокристаллического корунда.
2. Огранка ювелирных камней группы берилла.
3. Гамма-облучение ювелирных камней.
4. Термообработка ювелирных камней группы корунда.
5. Производство искусственного малахита.

8.2. Примеры контрольных вопросов для оценки освоения дисциплины

Каждый раздел заканчивается контрольной работой. Всего планируется провести четыре контрольные работы. Вопросы к контрольным работам будут использованы из соответствующих разделов. Каждая работа состоит из одного вопроса и оценивается в 10 баллов.

Примеры контрольных вопросов

Раздел 1. Технология обработки

1. Определение природных и синтетических ювелирных кристаллов и материалов. Современная технологическая классификация.
2. Методы сортировки и разметки сырья. Основные технологические приемы.
3. Физический смысл процессов шлифования и полирования, понятие структурно-нарушенного слоя (СНС), методы выявления и изучения СНС. Факторы, влияющие на параметры СНС.
4. Смазывающе-охлаждающие жидкости. Роль СОЖ и её химической природы в процессах шлифования. Влияние СОЖ на скорость шлифования и параметры шлифования.
5. Процесс огранения. Компьютерное моделирование огранки с учетом оптических и

механических свойств обрабатываемого материала.

6. Контроль качества обработки, основные методы и особенности.

7. Особенности организации предприятий по обработке и производству ювелирных камней и материалов. Техника безопасности и утилизация химических отходов производства.

Раздел 2. Технология облагораживания.

8. Определение облагораживания. Цели и задачи. Методы облагораживания, оборудование. Правила CIBJO относительно облагороженных ювелирных камней.

9. Определение качественных характеристик природных кристаллов. Понятие о сортности и критерии выделения сортов материалов. Классификация дефектов в природных ювелирных кристаллах.

10. Определение цветовых характеристик ювелирных кристаллов. Понятие о цвете, как о физическом свойстве материала. Понятие о хромофорных центрах, локализация хромофорных примесей, методы определения хромофорных центров, микрохимических анализ.

11. Определение цвета ювелирных кристаллов по системе оценки цвета, разработанной Геммологическим институтом Америки (GIA) с помощью комплекта цветных эталонов GIA GemSet.

12. Классификация методов модифицирования качественных характеристик ювелирных монокристаллов.

13. Классификация методов модифицирования цветовых характеристик ювелирных монокристаллов.

14. Термообработка и механизм изменения цвета ювелирных камней.

15. Ионная имплантация, «ионное перемешивание»,

16. HPHT, HTLP.

17. Облучение: УФ-излучением, рентгеновским излучением, гамма-излучением.

18. Облучение: электронное, протонное, нейтронное, потоком альфа-частиц.

19. Модифицирование драгоценных камней (алмаз, сапфир, изумруд и др.).

20. Химическое крашение и применение органических красителей.

21. Физико-химические методы: суть процессов пропитки и импрегнирования.

22. Рентабельность процесса облагораживания, выбор методов модифицирования на различных примерах.

Раздел 3. Технология драгоценных монокристаллов

23. Цели и задачи получения синтетических ювелирных материалов.

24. Расплавные методы роста ювелирных монокристаллов.

25. Газопламенный метод роста ювелирных монокристаллов и оборудование для него.

26. Методы зонной плавки на примере метода Багдасарова.

27. Метод Киропулуса и оборудование для него.

28. Раствор-расплавные методы роста и используемая аппаратура.

29. Гидротермальные методы роста на примере получения монокристаллического кварца и его ювелирных разновидностей.

30. Химические методы синтеза ювелирных материалов.

31. Получение ювелирного благородного опала, оборудование для его производства.

32. Оборудование для получения искусственной бирюзы.

Раздел 4. Технология ювелирного производства

33. Цели и задачи ювелирного производства, предмет изучения.

34. Металлические материалы. Чистые металлы, сплавы благородных и неблагородных

- металлов. Общий обзор свойств металлов и сплавов, их внутреннее строение.
35. Растворимость металлов. Диаграммы состояния сплавов. Двухфазные и тройные системы. Химические вещества, применяемые в ювелирном производстве.
 36. Пробирный анализ благородных металлов и сплавов. Пробирное дело в России.
 37. Процесс плавки и плавильное оборудование. Флюсы. Технологии литья. Процесс затвердевания расплава.
 38. Прокатка и волочение. Сущность процесса деформации металлов.
 39. Рекристаллизация. Окисление при нагреве.
 40. Разрезание и распиливание. Опиливание. Технология сверления и фрезерования.
 41. Травильные растворы и технология процесса травления.
 42. Пайка. Основные понятия, припой и флюсы. Технологии пайки мягким и твердым припоем.
 43. Шлифование и полирование. Сущность процессов, основные понятия, оборудование и инструменты.
 44. Гальванотехника. Гальванические процессы и технология гальванических покрытий. Родирование, золочение, серебрение.
 45. Эмалирование. Виды эмалей и технологический процесс эмалирования.
 46. Подготовка изделий к закреплению камней. Виды оправ и технология их изготовления. Технология заделки ювелирных камней.
 47. Обработка изделий после заделки. Подвижные соединения. Звеньевые и шарнирные соединения. Штифтовые соединения. Замки для ювелирных изделий.

8.3. Итоговый контроль – экзамен

Итоговый контроль по разделам дисциплины проводится в форме устного экзамена. Билет для проведения экзамена содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 20 баллов. Общая оценка складывается путем суммирования оценок за контрольные работы (четыре работы, максимум за работу – 10 баллов), реферат (максимум 20 баллов) и ответ на экзамене (максимум 40 баллов). Максимальная оценка зачета – 100 баллов.

Пример билета к экзамену.

<i>«Утверждаю»</i> Зав.кафедрой _____ 2019 <i>И.Х. Аветисов</i> _____	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии кристаллов
	Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники»
	Химическая технология ювелирных материалов
Билет № 1 1. Технология изготовления КР-57 2. Газопламенный метод роста ювелирных монокристаллов и оборудование для него.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Николаев А.Г., Лопатин О.Н. Методы синтеза и облагораживания ювелирных камней: Учебно- методическое пособие / А.Г. Николаев, О.Н. Лопатин. - Казань: Казанский университет, 2011. - 40 с.
2. **Лившиц, В. Б.** Художественное материаловедение: ювелирные изделия : учебное пособие для академического бакалавриата / В. Б. Лившиц, В. И. Куманин, М. Л. Соколова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 216 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-05618-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/439024> (дата обращения: 06.11.2019).
3. Ахметшин Э.А., Чередниченко А.Г.. Технология облагораживания ювелирных камней и материалов. Химическое крашение :Учебное пособие.- М.:РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2017.-60с.
4. Ахметшин Э.А., Чередниченко А.Г.. Технология облагораживания ювелирных камней и материалов. Применение пигментов и химическое травление Учебное пособие.- М.:РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2017.-60с.
5. А. А. Майер. Процессы роста кристаллов. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 1999

Б. Дополнительная литература

1. Гулоян Ю.А. Технология стекла и стеклоизделий. Владимир: Транзит-ИКС, 2015. 712 с.
2. Здорик Т.Б., Фельдман Л.Г. Минералы и горные породы. Т.1. Ювелирные камни и драгоценные металлы. М.: Изд-во «ABF», 1998. 752 с.
3. П. Рид Геммология. М., Мир: ООО «Издательство АСТ», 2003 -366с
5. О.Б. Петрова, И.Х. Аветисов, И.В. Степанова. Методические указания по выполнению расчетов технологических процессов в производстве материалов электроники и нанoeлектроники: учебно-методическое пособие (учебное пособие), РХТУ, 2015, Москва, ISBN 978-5-7237-1263-8, 60 с.
6. Балицкий В.С., Лисицына Е.Е. Синтетические аналоги и имитации природных драгоценных камней. М., Недра, 1981.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 12, (общее число слайдов – 240);
- коллекция ограненных камней различных по: типу и качеству огранки (25 камней); по методу модифицирования (40 камней)
- коллекция выращенных различными методами искусственных кристаллов (70 кристаллов)
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 47);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 47).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 09.04.2019).
- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/93/91/5> (дата обращения: 09.04.2019).
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 09.04.2019).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 09.04.2019).
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 01.04.2019).
- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://i-exam.ru/> (дата обращения: 09.04.2019).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Методические рекомендации по организации учебной работы студента, обучающегося в бакалавриате, направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по курсу.

Дисциплина «Химическая технология ювелирных материалов» включает 4 раздела. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

Рабочая программа дисциплины предусматривает подготовку и написание реферата по тематике курса. Эти работы выполняются в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу.

Целью подготовки реферата является закрепление полученных знаний по дисциплине, расширение эрудиции и кругозора студента в области современных технологий стекол и стеклоизделий, развитие его творческого потенциала и самостоятельного мышления.

При выполнении указанных видов самостоятельной работы студент должен руководствоваться следующими основными принципами:

1 – сочетание в работе, с одной стороны, общепризнанных теоретических и практических положений и сведений, с другой, – результатов новейших разработок в области технологии стекла;

2 – творческий аналитический подход к собранным материалам, исключающий их простое перечисление и изложение.

Выполнение работ в первую очередь ориентировано на самостоятельную работу студента с информационными ресурсами – учебной, научно-технической, справочной и патентной литературой, ресурсами Интернета, базами данных, рекламной продукцией

фирм-производителей. Доступ к указанным ресурсам обеспечивается фондами научно-технической библиотеки вуза и городских научно-технических библиотек, электронными библиотеками и поисковыми системами Интернета, материалами тематических выставок и научно-технических конференций. При оформлении расчетной работы и реферата следует ориентироваться на требования ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

Содержание и оформление работ оценивается в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка реферата составляет 20 баллов. Совокупная оценка текущей работы студента складывается из оценок за работу над рефератом и выполненных текущих контрольных работ семестре. Максимальная оценка текущей работы в каждом семестре составляет 60 баллов.

В соответствии с учебным планом изучение материала разделов заканчивается контролем его освоения в форме контрольных работ с оценкой (максимальная оценка за все контрольные работы – 40 баллов). Изучение всей дисциплины завершается итоговым контролем в форме экзамена. Максимальная оценка экзамена составляет 40 баллов.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Дисциплина «Химическая технология ювелирных материалов» изучается в 8 семестре бакалавриата.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен учитывать, что студенты, обучающиеся в бакалавриате, имеют определенную подготовку по специальным дисциплинам профиля, полученную ими при обучении в бакалавриате, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал курса должен быть ориентирован на современную трактовку изучаемых вопросов, отличаться широтой и глубиной их проработки, включать элементы научной дискуссии. Необходимо обращать внимание студентов на обоснование круга рассматриваемых вопросов, формулировки главных положений и определений, практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться связь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Химическая технология ювелирных материалов», является формирование у студентов широкого кругозора и эрудиции в области технологий ювелирной, химической промышленности, понимания проблемных мест современных технологических процессов и путей разрешения проблемных ситуаций. Преподаватель должен акцентировать внимание студентов на: вопросах поиска технологических решений, позволяющих достигать желаемый результат; масштабирование технологий от лабораторного процесса до промышленного с учетом сложности использования природного ювелирного кристаллосырья со сложными, стохастическими параметрами изменчивости состава, структуры и пр. критериев; применение методов облагораживания и их влияния на ресурсную базу месторождений камнесамоцветов; восполнение предложения продукции ограниченного производства с использованием искусственно полученного кристаллосырья и их модифицированных разновидностей. При проведении занятий желательно обращаться к опыту ведущих зарубежных фирм и отечественных предприятий, использовать их научно-информационные и рекламные материалы, проводить сравнительный анализ результатов инноваций на разных предприятиях отрасли.

В первом разделе курса необходимо особое внимание уделить компьютерному моделированию огранки, последовательности нанесения граней в различных формах огранки и роли СОЖ как химического реагента участвующего в процессах шлифования. Также важное внимание нужно уделить качеству получаемой огранки и проблемам технологического свойства, влияющих на брак продукции.

Во втором разделе важным моментом является понимание механизма модифицирования тех или иных свойств ювелирных камней и поиску технологических

решений в этом направлении. Желательно приводить максимальное количество данных по используемым технологиям и приведение аналогичных процессов, с указанием различий в химических изменениях, например, валентности или структурной локализации в хромофорных центрах при термообработке и электронном облучении.

Третий раздел, для полного раскрытия роли химической технологии для роста ювелирных кристаллов, требует детального освещения какого-либо метода роста, как примера, так и широкого кругозора по технологическим решениям и их особенностям.

Четвертый раздел, в связи со своей спецификой требует уделять больше внимания практическим знаниям и демонстрациям. С учетом общей подготовки и знаний студента направления «Химическая технология», именно практические занятия являются наиболее информативны и познавательны для учащихся.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по курсу является широкое использование наглядных пособий и иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники. Наглядные пособия представляют коллекции ограненных камней, полученных кристаллов и материалов, а также реальную нормативную документацию, ГОСТы, каталоги предприятий. Иллюстративный материал включает презентации по разделам курса, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office), в т.ч. видеоклипы, отражающие технологические процессы стекольного производства. Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам дополнительную литературу по тематике занятия. Желательно стимулировать студентов к самостоятельной работе с литературными источниками, задавая вопросы и организуя их обсуждение в аудитории. Отдельное значение имеет посещение тематических музеев (например, музей «Самоцветы» г.Москва имеющий обширную тематическую экспозицию) и экскурсий на действующие предприятия.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 составляет 1708373 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором

1	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-827/2018 от 26.09.2018 г. Сумма договора – 357 000-00 С «26» сентября 2018г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань" — ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в которых интегрированы бесплатные сервисы для незрячих студентов и синтезатор речи. Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва "Лань", Национальный Открытый Университет"ИНТУИТ", "Инженерно-технические науки" изд-ва "Лань".
	ЭБС «ЛАНЬ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г. Сумма договора – 642 083-68 С «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», Национальный Открытый Университет«ИНТУИТ», Инженерно-технические науки" изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» изд-ва Дашков и К. А также отдельные издания в соответствии с Договором.
2.	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	ЭБС «Научно-электронная	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ»,	Электронные версии

	библиотека eLibrary.ru».	договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г. Сумма договора - 934 693-00 С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	периодических и неперидических изданий по различным отраслям науки
4	Издательство Wiley	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Wiley/130 от 10.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.
5	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Reaxys /130 от 10.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
6	Scopus	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Scopus/130 от 09.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.scopus.com. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER

		неограничен.	
7	Ресурсы международно й компании Clarivate Analytics	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № WoS/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.
8	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № RSC/130 от 08.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.
9	База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № CAS/130 от 23.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://scifinder.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.	SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.

10	Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ № исх.- 1294 от 09 10 2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.	«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2014-2018гг.
11	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-1299/2018 от 06.03.2019 г. С «06» марта 2019г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Сумма договора – 73 247-39 Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция книг по естественно-научным и техническим отраслям наукам.
12	ЭБС «ЮРАЙТ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора – ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ», Договор № №29.01-3-2.0-1168/2018 от 11.01.2019 г. С «11» января 2019 г. по «10» января 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС - https://biblio-online.ru/ Сумма договора – 220 000-00 руб. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Химическая технология тонкопленочных гетероструктур» проводятся в форме лекций, лабораторных и практических занятий и самостоятельной работы студента.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

- Комплекты плакатов к разделам лекционного курса; коллекция ограниченных камней различных по: типу и качеству огранки; по методу модифицирования.

коллекция выращенных различными методами искусственных кристаллов (70 кристаллов **13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками стекол и стеклоизделий.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Операционная система Microsoft Windows 10 Education (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching , соглашение от 31.01.2019 ICM-169788 , номер подписки IM91021 , действительно до 30.01.2021 , счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021
2	Microsoft Visio Professional 2019 (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching , соглашение от 31.01.2019 ICM-169788 , номер подписки IM91021 , действительно до 30.01.2021 , счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование раздела	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Технология обработки с основами технологии ограничения	<i>Знает:</i> - Физико-химические аспекты современных технологий механической обработки ювелирных камней и материалов. ; <i>Умеет:</i> - Разрабатывать технологические схемы обработки ювелирных камней с учетом физико-химических аспектов	Контрольная работа 1 Реферат Оценка за экзамен

	процесса. - Осуществлять контроль качества получаемой продукции <i>Владеет:</i> – способностью к критическому анализу и оценке современных технологических решений по обработке ювелирных камней и материалов	
Технология облагораживания ювелирных камней и материалов	<i>Знает:</i> - Методы модифицирования свойств природных и искусственных ювелирных камней и материалов. - Особенности технологии облагораживания природных ювелирных камней химическими методами. <i>Умеет:</i> - Модифицировать (облагораживать) свойства (цвет, качество и др. свойства) природных и искусственных ювелирных камней и материалов с использованием современных методов, а также предлагать новые перспективные методы. <i>Владеет:</i> - Навыком облагораживания ювелирных камней.	Контрольная работа 2 Оценка за экзамен
Технология драгоценных монокристаллов - получение искусственных камней и материалов	<i>Знает:</i> - Методы модифицирования свойств природных и искусственных ювелирных камней и материалов.	Контрольная работа 3 Оценка за экзамен
Технология ювелирного производства	<i>Умеет:</i> - Выполнять простые операции по ювелирному производству.	Контрольная работа 4 Оценка за экзамен

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по

образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья на основании письменного заявления обучение по дисциплине реализуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее-индивидуальных особенностей); обеспечивается соблюдение следующих общих требований: использование специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего такому обучающемуся необходимую техническую помощь, обеспечение доступа в здания и помещения, где проходит учебный процесс, другие условия, без которых невозможно или затруднено изучение дисциплины.

Обеспечивается соблюдение следующих общих требований: проведение обучения по дисциплине для студентов-инвалидов лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся; присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего(их) обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей; пользование необходимыми обучающимся техническими средствами с учетом их индивидуальных особенностей.

Все локальные нормативные акты РХТУ им. Д.И. Менделеева по вопросам реализации дисциплины (модуля) практики, доводятся до сведения обучающихся с ограниченными возможностями здоровья в доступной для них форме.

Продолжительность прохождения промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности увеличивается по письменному заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья; продолжительность экзамена и (или) зачета, проводимого в письменной форме, увеличивается не менее чем на 0,5 часа; продолжительность подготовки обучающегося к ответу на экзамене и (или) зачете, проводимом в письменной форме, – не менее чем на 0,5 часа; продолжительность ответа обучающегося при устном ответе увеличивается не более чем на 0,5 часа.

**Дополнения и изменения к рабочей программе
«Химическая технология ювелирных материалов»
основной образовательной программы**

18.03.01 «Химическая технология»

Профиль – «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и
нанoeлектроники»

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата»

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения, договоров с ЭБЦ и информационных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 1 от «31» августа 2019 г
2.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«Утверждаю»

ректор

(Руководитель образовательной организации)

А.Г. Мажуга

(Подпись)

(И.О. Фамилия)

«_____» _____ 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Оборудование и основы проектирования предприятий по производству
технических монокристаллов»
(Б1.В.ДВ.05.01)**

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной
техники и нанoeлектроники»

Квалификация – бакалавр

Программа одобрена
Методической комиссией
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«31» мая 2019 г.

Председатель _____ **Н.А. Макаров**
(Подпись) (И.О. Фамилия)

Москва 2019 г.

Программа составлена доцентом кафедры химии и технологии кристаллов М.В. Провоторовым.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии кристаллов РХТУ им.Д.И. Менделеева «21» мая 2019 г., протокол № 13.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Цели и задачи дисциплины	4
2	Требования к результатам освоения дисциплины	4
3	Объем дисциплины и виды учебной работы	5
4	Содержание дисциплины	7
	4.1 Разделы дисциплины и виды занятий	7
	4.2 Содержание разделов дисциплины	7
5	Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины	8
6	Практические занятия и КСР	9
6.1	Практические занятия	9
6.2	Курсовая самостоятельная работа (курсовой проект)	10
7	Самостоятельная работа	10
8	Фонд оценочных средств для контроля освоения дисциплины	10
8.1	Примерная тематика курсовых проектов	10
8.2	Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины	11
8.3	Примеры контрольных вопросов для контроля освоения дисциплины на экзамене	12
8.4	Структура и пример билетов к экзамену.....	14
9	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	14
9.1	Рекомендуемая литература	14
9.2	Рекомендуемые источники научно-технической информации	15
9.3	Средства обеспечения освоения дисциплины	15
10	Методические указания для обучающихся	16
11	Методические рекомендации для преподавателей	17
12	Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе	17
13	Материально-техническое обеспечение дисциплины	20
13.1	Оборудование, необходимое в образовательном процессе	20
13.2	Учебно-наглядные пособия	20
13.3	Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства	20
13.4	Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы ..	20
13.5	Перечень лицензионного программного обеспечения	20
14	Требования к оценке качества освоения программы	21
15	Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	22

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа дисциплины «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству технических монокристаллов» для подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 – Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО), рекомендациями методической комиссии РХТУ им. Д. И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплин профиля кафедры химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И.Менделеева.

Программа относится к вариативной части дисциплин учебного плана, блоку элективных дисциплин (Б1.В.ДВ.05.01) и рассчитана на изучение дисциплины в 6 и 7 семестрах обучения. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей химии, математики, физики, физической химии, кристаллографии, физической электроники.

Цель дисциплины – подготовка конкурентоспособных специалистов для подразделений центров высоких технологий в области материаловедения и, в частности, в области разработки и применения новых монокристаллических материалах.

Основные задачи:

- подготовить специалистов в области анализа и разработки сложных технологических систем и соответствующих систем оборудования для обеспечения технологических функций;
- подготовить специалистов в области проектирования персональной структуры предприятий в области высоких технологий, специализирующихся на применении монокристаллических материалов;
- подготовить специалистов в области проектирования инфраструктуры предприятий, специализирующихся на производстве монокристаллов и монокристаллических изделий на уровне составления технических заданий на такое проектирование.
- подготовить специалистов в области проектирования промышленных систем утилизации отходов на производствах монокристаллов и монокристаллических изделий

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины при подготовке бакалавров по направлению 18.03.01 «Химическая технология»; профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» способствует формированию следующих компетенций:

Профессиональных:

- готовностью использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (**ПК-1**);
- способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (**ПК-4**);
- способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест (**ПК-5**);

- способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта (**ПК-7**);
- способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа (**ПК-10**);
- способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса (**ПК-11**);

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные термины и понятия необходимые для понимания курса, особенности производств и предприятий, работающих в области высоких технологий и в частности в области производства монокристаллов и монокристаллических изделий;
- правила проектирования технологической, аппаратурной и персональной структур производства монокристаллов и монокристаллических изделий;
- состав технического задания на проектирование инфраструктуры предприятия, занимающихся производством монокристаллов и монокристаллических изделий;

Уметь:

- проектировать технологические, аппаратурные и персональные структуры производства монокристаллов и монокристаллических изделий.

Владеть:

- практическими навыками анализа сложных технологических и аппаратурных систем.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс изучается в 6 и 7 семестрах бакалавриата на базе знаний, полученных студентами на первом-третьем курсе. Контроль освоения студентами материала курса осуществляется путем проведения экзамена и защиты курсового проекта.

Виды учебной работы	ВСЕГО		6 семестр		7 семестр	
	В зачетных единицах	В академ. часах	В зачетных единицах	В академ. часах	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6	216	4	144	2	72
Аудиторные занятия:	2,1	52	2	48	-	-
Лекции (Лек)	1	32	1	32	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,6	20	0,5	16	0,1	4
Самостоятельная работа (СР):	2,9	128	1,5	60	1,9	68

Контактная самостоятельная работа	1	0,6	1,5			0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины						
Курсовой проект	1,9	36	-	-	1	67,8
Вид контроля:						
Зачет с оценкой						+
Экзамен	1	36	1	36		
Контактная работа – промежуточная аттестация				0,4		
Подготовка к экзамену.				35,6		
Вид итогового контроля:			Экзамен		Зачет с оценкой	

Виды учебной работы	ВСЕГО		6 семестр		7 семестр	
	В зачетных единицах	В астроном. часах	В зачетных единицах	В астроном. часах	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6	162	4	108	2	54
Аудиторные занятия:	2,1	52	2	36	-	-
Лекции (Лек)	1	24	1	24	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,6	15	0,5	12	0,1	3
Самостоятельная работа (СР):	2,9	96	1,5	45	1,9	51
Контактная самостоятельная работа	1	0,45	1,5			0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины						
Курсовой проект	1,9	27	-	-	1	50,85
Вид контроля:						
Зачет с оценкой						+
Экзамен	1	27	1	27		
Контактная работа – промежуточная аттестация				0,3		
Подготовка к экзамену				26,7		
Вид итогового			Экзамен		Зачет с оценкой	

контроля:				

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Разделы дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лек- ции	Прак. Зан.	Сам. работ а
1	Общие сведения о проектировании предприятий	68	16	10	40
2	Расчетные схемы предприятий	68	16	10	84
	ИТОГО	180	32	20	128
	Экзамен	36			
	Курсовой проект				
	ИТОГО	216	32	20	128

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1

- Понятия: «предприятие», «производство», «технологическая линия», «установка», «система установки», «блок системы», «элемент системы», «узел системы».
- Состав технологической линии. Факторы, определяющие техно-экономическую эффективность технологической линии.
- Состав персонала технологической линии. Психо-физические нормативы обслуживания оборудования.
- Параметрические ряды машин и их состав с типоразмерами монокристаллов и производительностью технологической линии.
- Технологические линии с непрерывным процессом выращивания монокристаллов, их производительность.
- Синхронизированные технологические линии, их техно-экономическая эффективность.
- Конвейерные технологические линии для производства монокристаллических изделий, их производительность.
- Гибкие перестраиваемые линии. Универсализация оборудования. Ассортимент, виды ассортимента, кодификация ассортимента. Рыночная эффективность ассортимента.
- Технологические линии с повышенным уровнем качества монокристаллов и монокристаллических изделий. Методы очистки сырьевых продуктов. Перекристаллизация. Оптимизация уровня качества. Техно-экономическая эффективность уровня качества.
- Технологические линии с утилизацией отходов. Виды утилизации отходов. Методы утилизации. Расчетные схемы утилизации. Техно-экономическая эффективность

утилизации.

Раздел 2

- Технологическая схема производства. Правила составления технологической схемы.
- Расчетная схема переработки сырьевых продуктов в монокристаллы. Расчет мощности производства по монокристаллам.
- Расчетная схема переработки монокристаллов в монокристаллические изделия. Расчет мощности производства по монокристаллическим изделиям.
- Расчетная схема переработки сырья в сырьевые продукты. Расчет мощности производства по сырьевым продуктам. Расчет расхода сырья.
- Расчет вспомогательного сырья и материалов.
- Динамика структуры предприятия.
- Аппаратурная структура производства.
- План производственных помещений.
- Структура средств техники безопасности, охраны труда и охраны окружающей среды.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Компетенции	Разделы	
	1	2
Знать:		
· основные термины и понятия необходимые для понимания курса, особенности производств и предприятий, работающих в области высоких технологий и в частности в области производства монокристаллов и монокристаллических изделий;	+	+
· правила проектирования технологических, аппаратурных и персональных структур производства монокристаллов и монокристаллических изделий;	+	+
· состав технического задания на проектирование инфраструктуры предприятия, занимающихся производством монокристаллов и монокристаллических изделий;	+	+
Уметь:		
· проектировать технологические, аппаратурные и персональные структуры производства монокристаллов и монокристаллических изделий.	+	+
Владеть:		
· практическими навыками анализа сложных технологических и	+	+

аппаратурных систем.		
Профессиональные компетенции:		
• (ПК-1) способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	+	+
• (ПК-3) готовностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности	+	+
• (ПК-4) способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	+	+
• (ПК-5) способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест	+	+
• (ПК-6) способностью наладивать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств	+	+
- (ПК-7) способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта	+	+
• (ПК-8) готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования	+	+
• (ПК-9) способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования	+	+
• (ПК-11) способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ И КСР

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине

«Оборудование и основы проектирования предприятий по производству технических монокристаллов» в объеме 16 часов (0,5 зач. ед.) в 6 семестре и 4 часа в 7 семестре. Практические занятия проводятся под руководством преподавателей и направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, расширение знаний в области теории кристаллизации.

Примерный перечень практических занятий

№ пп	Раздел	Темы практических занятий	Часы
1	1	Составление персональной структуры минимального предприятия на первых трех этапах капитализации.	5
2	1	Составление персональной структуры минимального предприятия на четвертом, пятом и шестом этапах капитализации.	5
3	1	Составление типовой технологической схемы взятия примерно установленной навески.	5
	1	Составление типовой технологической схемы взятия заданной навески.	5

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторных занятий по дисциплине «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству технических монокристаллов» не предусмотрено.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- выполнение курсового проекта;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче экзамена по курсу.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика курсовых проектов

Курсовой проект выполняется в 7 семестре. Оценивается как зачет с оценкой из 100 баллов, Общая оценка складывается из оценки пояснительной записки (максимальная оценка 30 баллов) чертежей и технологических схем (максимальная оценка 20 баллов), доклада (максимальная оценка 10 баллов) и ответы на вопросы (максимальная оценка 40 баллов). Максимальная оценка за курсовой проект – 100 баллов.

Курсовой проект составляется на основе опыта, приобретенного студентом во время прохождения Производственной практики: практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности» (Б2.В.03 (П). Описания должны быть сжатыми, ясными

и сопровождаться цифровыми данными, эскизами, схемами, графиками и чертежами. Курсовой проект должен включать в себя следующие разделы:

1. Титульный лист
2. Задание
3. Оглавление
4. Введение
5. Актуальность проектирования производства, указанного в задании
6. Обзор литературы
7. Технология производства
8. Технологический расчет
9. Экономический расчет
10. Охрана труда и техника безопасности
11. Заключение
12. Список используемой литературы

Общий объем курсового проекта должен составлять 40–50 страниц машинописного текста. Рекомендуется использовать шрифт Times New Roman 14 пунктов, интервал 1,5. Поля слева должны быть 25–30 мм под переплет, с других сторон 10–15 мм. Формы титульного листа и листа с заданием приведены в Приложениях 1 и 2.

К курсовому проекту прилагаются чертеж общего вида основного оборудования, технологическая схема и калькуляция себестоимости на листах А1 или А2. Чертеж общего вида основного оборудования выполняется со стандартной рамкой, может быть выполнен в компьютерных программах AutoCAD, Компас и аналогичных. Технологическая схема и калькуляция себестоимости могут быть выполнены в произвольном формате.

1. Спроектировать участок по производству лютеций-алюминиевого граната (LuAG), легированного Yb (1,5 моль.%), методом Чохральского на установке «Кристалл – 2» производительностью 900 кг в год
2. Спроектировать участок по производству натрий-лантанового смешанного молибдата-вольфрамата, легированного Nd (1 моль.%), методом Чохральского на установке «Кристалл – 2» производительностью 500 кг в год
3. Спроектировать участок по производству литий-галлий силиката (LiGaSiO_4) легированного Cr (0,2 моль%) методом зонной плавки на установке с оптическим нагревом производительностью 200 кг в год
4. Спроектировать участок по производству фиаanita, стабилизированного оксидом иттрия, легированного Er (3 моль.%) методом холодного контейнера на установке с индукционным нагревом производительностью 1500 кг в год
5. Спроектировать участок по производству частично стабилизированного диоксида циркония (ЧСЦ), солегированного Nd-Ce методом холодного контейнера на установке с индукционным нагревом производительностью 5000 кг в год
6. Спроектировать участок по производству лейкосапфровых пластин методом Киропулуса на установке «Ника М 30» производительностью 6000 кг в год.
7. Спроектировать участок по производству лейкосапфровых труб (диаметр 50 мм, длина 400 мм, толщина стенки 5 мм) методом Степанова на установке «Ника-С» производительностью 1500 кг в год
8. Спроектировать участок по производству лейкосапфровых лент (ширина 60 мм, длина 400

мм, толщина 5 мм) методом Степанова на установке «Ника-С» или «Ника-профиль» производительностью 1200 кг в год

9. Спроектировать участок по производству лейкосапфровых стержней (прямоугольного сечения размер 5x8 мм, длина 400 мм), методом Степанова, на установке «Ника-С», производительностью 1000 кг в год

10. Спроектировать участок по производству лейкосапфровых полусфер (диаметр основания 120 мм, высота 60 мм, толщина стенки 6 мм) методом динамического формообразования, на установке «Ника-профиль», производительностью 800 кг в год.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Контрольная работа №1

1. Понятия: «предприятие», «производство», «технологическая линия», «установка», «система установки», «блок системы», «элемент системы», «узел системы».
2. Состав технологической линии. Факторы, определяющие техно-экономическую эффективность технологической линии.
3. Психо-физические нормативы обслуживания оборудования.
4. Состав персонала технологической линии.
5. Состав инфраструктуры производства.
6. Параметрические ряды машин и их состав с типоразмерами монокристаллов и производительностью технологической линии.
7. Технологические линии с непрерывным процессом выращивания монокристаллов, их производительность.
8. Синхронизированные технологические линии, их техно-экономическая эффективность.
9. Конвейерные технологические линии для производства монокристаллических изделий, их производительность.
10. Гибкие перестраиваемые линии. Универсализация оборудования. Ассортимент, виды ассортимента, кодификация ассортимента. Рыночная эффективность ассортимента.
11. Технологические линии с повышенным уровнем качества монокристаллов и монокристаллических изделий. Методы очистки сырьевых продуктов. Перекристаллизация. Оптимизация уровня качества. Техно-экономическая эффективность уровня качества.
12. Технологические линии с утилизацией отходов. Виды утилизации отходов. Методы утилизации. Расчетные схемы утилизации. Техно-экономическая эффективность утилизации.
13. Правила составления технологической схемы: изображение и обозначение основных и вспомогательных материальных потоков технологических операций, групп технологических операций и сторонних вспомогательных производств.

Контрольная работа №2

1. Правила составления технологической схемы: типовая технологическая структура и вспомогательное производство.
2. Правила составления технологической схемы: правила объединения блоков

технологической схемы в один блок.

3. Правила составления технологической схемы: тары, контейнеры, трубопроводы и транспортеры.
4. Правила составления технологической схемы: операционный цикл, операция «фиксированное размещение».
5. Расчетная схема переработки сырьевых продуктов в монокристаллы. Расчет мощности производства по монокристаллам.
6. Расчетная схема переработки монокристаллов в монокристаллические изделия. Расчет мощности производства по монокристаллическим изделиям.
7. Расчетная схема переработки сырья в сырьевые продукты. Расчет мощности производства по сырьевым продуктам. Расчет расхода сырья.
8. Расчет вспомогательного сырья и материалов.
9. Динамика структуры предприятия.
10. Аппаратурная структура производства.
11. План производственных помещений.
12. Структура средств техники безопасности, охраны труда и охраны окружающей среды.

8.3. Примеры контрольных вопросов для контроля освоения дисциплины на экзамене

Итоговый контроль проводится в форме устного опроса. Билет для проведения экзамена содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 20 баллов. Общая оценка складывается путем суммирования оценок за две контрольные работы (максимум 30 баллов каждая) и ответ на экзамене (максимум 40 баллов). Максимальная оценка зачета – 100 баллов.

Примеры контрольных вопросов на экзамене

1. Понятия: «предприятие», «производство», «технологическая линия», «установка», «система установки», «блок системы», «элемент системы», «узел системы».
2. Состав технологической линии. Факторы, определяющие техно-экономическую эффективность технологической линии.
3. Психо-физические нормативы обслуживания оборудования.
4. Состав персонала технологической линии.
5. Состав инфраструктуры производства.
6. Параметрические ряды машин и их состав с типоразмерами монокристаллов и производительностью технологической линии.
7. Технологические линии с непрерывным процессом выращивания монокристаллов, их производительность.
8. Синхронизированные технологические линии, их техно-экономическая эффективность.
9. Конвейерные технологические линии для производства монокристаллических изделий, их производительность.
10. Гибкие перестраиваемые линии. Универсализация оборудования. Ассортимент, виды ассортимента, кодификация ассортимента. Рыночная эффективность ассортимента.

11. Технологические линии с повышенным уровнем качества монокристаллов и монокристаллических изделий. Методы очистки сырьевых продуктов. Перекристаллизация. Оптимизация уровня качества. Техно-экономическая эффективность уровня качества.
12. Технологические линии с утилизацией отходов. Виды утилизации отходов. Методы утилизации. Расчетные схемы утилизации. Техничко-экономическая эффективность утилизации.
13. Правила составления технологической схемы: изображение и обозначение основных и вспомогательных материальных потоков технологических операций, групп технологических операций и сторонних вспомогательных производств.
14. Правила составления технологической схемы: типовая технологическая структура и вспомогательное производство.
15. Правила составления технологической схемы: правила объединения блоков технологической схемы в один блок.
16. Правила составления технологической схемы: тары, контейнеры, трубопроводы и транспортеры.
17. Правила составления технологической схемы: операционный цикл, операция «фиксированное размещение».
18. Расчетная схема переработки сырьевых продуктов в монокристаллы. Расчет мощности производства по монокристаллам.
19. Расчетная схема переработки монокристаллов в монокристаллические изделия. Расчет мощности производства по монокристаллическим изделиям.
20. Расчетная схема переработки сырья в сырьевые продукты. Расчет мощности производства по сырьевым продуктам. Расчет расхода сырья.
21. Расчет вспомогательного сырья и материалов.
22. Динамика структуры предприятия.
23. Аппаратурная структура производства.
24. План производственных помещений.
25. Структура средств техники безопасности, охраны труда и охраны окружающей среды.

8.4. Структура и пример билетов к экзамену.

«Утверждаю» Зав. кафедрой ХТК И.Х. Аветисов _____ «__» _____ 20__	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии кристаллов
	18.03.01 Химическая технология
	Профиль - Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники
	Оборудование и основы проектирования предприятий по производству технических монокристаллов
Билет № 1	

1. Понятия: «предприятие», «производство», «технологическая линия», «установка», «система установки», «блок системы», «элемент системы», «узел системы».
2. Структура средств техники безопасности, охраны труда и охраны окружающей среды.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. А.А. Майер. Процессы роста кристаллов. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 1999, 176 с.
2. О.Б. Петрова, И.Х. Аветисов, И.В. Степанова. Методические указания по выполнению расчетов технологических процессов в производстве материалов электроники и нанoeлектроники: учебно-методическое пособие (учебное пособие), РХТУ, 2015, Москва, ISBN 978-5-7237-1263-8, 60 с.

Б. Дополнительная:

1. Х.С. Багдасаров. Высокотемпературная кристаллизация из расплава. М.: Физматлит, 2004, 160 с.
2. В.А. Тимофеева. Рост кристаллов из раствор-расплавов. М.: Наука, 1978, 268 с.
3. В.А. Татарченко. Устойчивый рост кристаллов. М.: Наука, 1988, 240 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Журнал неорганической химии ISSN: 0044-457X

Журнал общей химии ISSN: 0044-460X

«Неорганические материалы» ISSN: 0002-337X

Российский химический журнал ISSN: 0373-0247

«Успехи химии» ISSN: 0044-460X

Доклады Академии наук ISSN: 0869-5652

Журнал «Кристаллография» ISSN: 0023-4761

Экономические стратегии ISSN: 1680-094X

Journal of Chemical & Engineering Data ISSN: 1520-9568

Nature Nanotechnology ISSN: 1748-3387

Nature Chemistry ISSN: 1755-4330

Journal of Crystal Growth ISSN: 0022-0248

Интернет-ресурсы

· www.centerprioritet.ru – СМЦ «Приоритет» - техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания (Дата обращения: 20.03.2019).

- <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx> - Scientific research. Open Access (Дата обращения: 20.03.2019).
- <http://www.intechopen.com/> - In Tech. Open Science (Дата обращения: 20.03.2019).
- <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета. Поиск книг и журналов (Дата обращения: 20.03.2019).
- http://www.twirpx.com/files/chidnustry/chemistry_tech/silicate/ - Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов (Дата обращения: 20.03.2019).
- www.sciyo.com - Welcome to Sciyo! Read, download & share more than 273 FREE SCIENTIFIC BOOKS (Дата обращения: 20.03.2019).
- <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека (Дата обращения: 20.03.2019).
- <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России (Дата обращения: 20.03.2019).
- <http://lib.msu.su> - Научная библиотека Московского государственного университета (Дата обращения: 20.03.2019).
- <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов (Дата обращения: 20.03.2019).
- <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация (Дата обращения: 20.03.2019).
- <http://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах (Дата обращения: 20.03.2019).
- <http://findebookkee.com/> - поисковая система по книгам (Дата обращения: 20.03.2019).
- <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека (Дата обращения: 20.03.2019).

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

1. установки для выращивания монокристаллов;
2. банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 25);
3. банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 25).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 12.04.2019).
- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/93/91/5> (дата обращения: 12.04.2019).
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образователь-

ных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 12.04.2019).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 12.04.2019).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 12.04.2019).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://i-exam.ru/> (дата обращения: 12.04.2019).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Методические рекомендации по организации учебной работы студента, обучающегося в бакалавриате, направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по курсу.

Дисциплина «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству технических монокристаллов» включает 2 раздела. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

Отчетные материалы по курсовому проекту по дисциплине «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству технических монокристаллов» включают пояснительную записку, чертежи оборудования технологические схемы. Общая оценка складывается из оценки пояснительной записки (максимальная оценка 30 баллов) чертежей и технологических схем (максимальная оценка 20 баллов), доклада (максимальная оценка 10 баллов) и ответы на вопросы (максимальная оценка 40 баллов). Максимальная оценка за курсовой проект – 100 баллов.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Дисциплина «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству технических монокристаллов» изучается в 6 и 7 семестрах бакалавриата.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен учитывать, что студенты, обучающиеся в бакалавриате, имеют определенную подготовку по специальным дисциплинам профиля, полученную ими при обучении в бакалавриате, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал курса должен быть ориентирован на современную трактовку изучаемых вопросов, отличаться широтой и глубиной их проработки, включать элементы научной дискуссии. Необходимо обращать внимание студентов на обоснование круга рассматриваемых вопросов, формулировки главных положений и определений, практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться связь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по курсу является широкое использование наглядных пособий и иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам дополнительную литературу по тематике занятия. Желательно стимулировать студентов к самостоятельной работе с литературными источниками, задавая вопросы и организуя их обсуждение в аудитории.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 составляет 1 708 372 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-827/2018 от 26.09.2018 г. Сумма договора – 357 000-00 С «26» сентября 2018г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань" — ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в которых интегрированы бесплатные сервисы для незрячих студентов и

	ЭБС «ЛАНЬ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г. Сумма договора – 642 083-68 С «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	синтезатор речи. Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва "Лань", Национальный Открытый Университет"ИНТУИТ", "Инженерно-технические науки" изд-ва "Лань". Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», Национальный Открытый Университет«ИНТУИТ», Инженерно-технические науки" изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» изд- ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» изд-ва Дашков и К. А также отдельные издания в соответствии с Договором.

2.	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».	Принадлежность сторонняя. Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 111-142ЭА/2018 от 18.12.2018 г. Сумма договора – 547 511 руб. С «01» января.2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт ЭБС – http://reforma.kodeks.ru/reforma/ Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.	Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД

4	Электронная библиотека диссертаций (ЭБД).	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – РГБ, Договор № 29.01-Р-2.0-826/2018 от 03.10.2018 г. Сумма договора - 299130-00 С «15» октября 2018 г. по «14» июля 2019 г. Ссылка на сайт ЭБС – http://diss.rsl.ru/ Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.	В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.
5	ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru».	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ», договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г. Сумма договора - 934 693-00 С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Электронные версии периодических и неперiodических изданий по различным отраслям науки

6	БД ВИНТИ РАН	Принадлежность сторонняя Договор № 5Д/2018 от 01.02.2018 г. Сумма договора - 24000-00 С «02» февраля 2018 г. по «05» мая 2019 г. Ссылка на сайт- http://www.viniti.ru/ Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.	Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНИТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов
7	Справочно- правовая система «Консультант+»,	Принадлежность сторонняя, Договор № 45-70ЭА/2018 от 09.07.2018 г. С «10» июля 2018 г. по «09» июля 2019 г. Ссылка на сайт- http://www.consultant.ru/ Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
8	Справочно- правовая система «Гарант»	Принадлежность сторонняя Договор №145-188ЭА/2018 г. от 28.01.2019 г. С «28» января 2019 г. по «27» января 2020 г. Ссылка на сайт – http://www.garant.ru/ Сумма договора - 512000-00 Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.	Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
9	Издательство Wiley	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе

		(Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Wiley/130 от 10.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip- адресам неограничен.	известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.
10	QUESTEL ORBIT	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Questel/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.questel.orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip- адресам неограничен.	ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80- патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.
11	ProQuest Dissertation and Theses Global	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № ProQuest/130 от 09.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.proquest.com/products-services/pqdtglobal.html Количество ключей – дост уп для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	База данных ProQuest Dissertation & Theses Global (PQDT Global) авторитетная коллекция из более 3,5 млн. зарубежных диссертаций, более 1,7 млн. из которых представлены в полном тексте.
12	American Chemical Society	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ)	Коллекция журналов по химии и химической технологии Core +

		Сублицензионный договор № ACS/130 от 25.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.acs.org/content/acs/en.html Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	издательства American Chemical Society
13	American Institute of Physics (AIP)	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № AIP/130 от 24.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://scitation.aip.org/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP)
14	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Reaxys /130 от 10.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
15	Scopus	Принадлежность сторонняя.	Мультидисциплинарная

		Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Scopus/130 от 09.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.scopus.com. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER
16	Ресурсы международной компании Clarivate Analytics	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № WoS/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOlJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.
17	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество)	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № RSC/130 от 08.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.

		адресам неограничен.	
18.	Электронные ресурсы издательства SpringerNature	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+РФФИ) Информационное письмо РФФИ № 809 от 24.06.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт http://link.springer.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip- адресам неограничен.	- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний. - Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols - Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) - Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме - Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH - Nano Database

19.	База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № CAS/130 от 23.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://scifinder.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.	SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.
20	Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ № исх.- 1294 от 09 10 2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.	«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2014-2018гг.

21	ЭБС «ЮРАЙТ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора – ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ», Договор № №29.01-3- 2.0-1168/2018 от 11.01.2019 г. С «11» января 2019 г. по «»10» января 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС - https://biblio-online.ru/ Сумма договора – 220 000-00 руб. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству технических монокристаллов» проводятся в форме лекций, лабораторных и практических занятий и самостоятельной работы студента.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками стекол и стеклоизделий.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные

материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

13.5 Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Операционная система Microsoft Windows 10 Education (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching, соглашение от 31.01.2019 ICM-169788, номер подписки IM91021, действительно до 30.01.2021, счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021
2	Microsoft Visio Professional 2019 (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching, соглашение от 31.01.2019 ICM-169788, номер подписки IM91021, действительно до 30.01.2021, счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021
3	Антиплагиат.ВУЗ	Контракт от 14.06.2019 № 40-45Э/2019	не ограничено, лимит проверок 6000	14.06.2020

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1.	<i>Знает:</i> основные термины и понятия необходимые для понимания курса, особенности производств и предприятий, работающих в области высоких технологий и в частности в области	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за экзамен Оценка за курсовой проект

	производства монокристаллов и монокристаллических изделий; • правила проектирования технологической, аппаратурной и персонально структур производства монокристаллов и монокристаллических изделий; • состав технического задания на проектирование инфраструктуры предприятия, занимающихся производством монокристаллов и монокристаллических изделий; <i>Умеет:</i> • проектировать технологические, аппаратурные и персональные структуры производства монокристаллов и монокристаллических изделий. <i>Владеет:</i> • практическими навыками анализа сложных технологических и аппаратурных систем.	
Раздел 2.	<i>Знает:</i> • основные термины и понятия необходимые для понимания курса, особенности производств и предприятий, работающих в области высоких технологий и в частности в области производства монокристаллов и монокристаллических изделий; • правила проектирования технологической, аппаратурной и персонально структур производства монокристаллов и монокристаллических изделий; • состав технического задания на проектирование инфраструктуры предприятия, занимающихся	Оценка за контрольную работу №2 Оценка за экзамен Оценка за курсовой проект

	производством монокристаллов и монокристаллических изделий; <i>Умеет:</i> - проектировать технологические, аппаратные и персональные структуры производства монокристаллов и монокристаллических изделий. <i>Владеет:</i> - практическими навыками анализа сложных технологических и аппаратных систем.	

15 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе
«Оборудование и основы проектирования предприятий по производству технических
монокристаллов»
основной образовательной программы

18.03.01 «Химическая технология»

Профиль – «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и
наноэлектроники»

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата»

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения, договоров с ЭБЦ и информационных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 1 от «31» августа 2019 г
2.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«Утверждаю»

ректор

(Руководитель образовательной организации)

А.Г. Мажуга

(Подпись)

(И.О. Фамилия)

«_____» _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Оборудование и основы проектирования предприятий по производству
тонкопленочных гетероструктур»
(Б1.В.ДВ.05.02)**

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной
техники и нанoeлектроники»

Квалификация – бакалавр

Программа одобрена
Методической комиссией
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«31» мая 2019 г.

Председатель _____ **Н.А. Макаров**
(Подпись) (И.О. Фамилия)

Москва 2019 г.

Программа составлена:
Заведующим кафедрой химии и технологии кристаллов, профессором
И.Х. Аветисовым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии кристаллов
РХТУ им.Д.И. Менделеева «21» мая 2019 г., протокол № 13.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины	4
2. Требования к результатам освоения дисциплины	4
3. Объем дисциплины и виды учебной работы	6
4. Содержание дисциплины	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	6
4.2. Содержание разделов дисциплины	7
5. Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины	8
6. Практические и лабораторные занятия	9
6.1. Практические занятия	9
6.2. Лабораторные занятия	10
7. Самостоятельная работа	10
8. Примеры оценочных средств для контроля освоения дисциплины	11
8.1. Примерная тематика рефератов	11
8.2. Примеры контрольных вопросов для оценки освоения дисциплины	11
8.3. Структура и примеры экзаменационных билетов	12
8.4. Требования и примеры заданий к курсовому проекту	12
9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	16
9.1. Рекомендуемая литература	16
9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации	17
9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины	18
10. Методические указания для обучающихся	18
11. Методические указания для преподавателей	19
12. Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе	20
13. Материально-техническое обеспечение дисциплины	24
13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе	24
13.2. Учебно-наглядные пособия	24
13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства	24
13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы	24
13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения	24
14. Требования к оценке качества освоения программы	25
15. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	26

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники», в соответствии с рекомендациями Методической комиссии РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплин профиля на кафедре химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к вариативной части учебного плана, к блоку дисциплин по выбору (Б1.В.ДВ.05.02) и рассчитана на изучение дисциплины в 6 и 7 семестрах обучения. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей химии, математики, физики, физической химии, кристаллографии.

Цель дисциплины — обучение студентов бакалавриата знаниям, умениям и навыкам использования информации о методах и оборудовании для производства тонкопленочных гетероструктур для приборов электроники и фотоники.

Основные задачи -

- ознакомление с основами организации предприятий по производству тонкопленочных гетероструктур на основе полупроводниковых соединений;
- ознакомление с конструктивными и технологическими особенностями оборудования для формирования тонкопленочных гетероструктур для приборов электроники и фотоники.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины при подготовке бакалавров по направлению 18.03.01 «Химическая технология»; профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» способствует формированию следующих компетенций:

Профессиональных:

- готовностью использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (**ПК-1**);
- способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (**ПК-4**);
- способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест (**ПК-5**);
- способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта (**ПК-7**);
- способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа (**ПК-10**);
- способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса (**ПК-11**);

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- Классификация методов получения пленок в технологиях гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники.
- Классификация оборудования для получения пленок в технологиях гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники.
- Основные этапы проектирования приборов электроники на основе гетерофазных пленочных структур.
- Технологические и эксплуатационные требования к оборудованию для производства гетерофазных пленочных структур.
- Факторы, определяющие технологические потери при производстве гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники.

Уметь:

- Формулировать требования к технологическому оборудованию для получения гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники.
- Осуществлять выбор методов и оборудования для производства гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники.
- Составлять компоненты технологической документации с учетом современных отечественных (ОСТ, ГОСТ) и зарубежных стандартов (SEMI).

Владеть:

- Информацией о современных и перспективных методах получения тонкопленочных гетероструктур для различных приборов электроники и фотоники.
- Информацией по основным типам технологического оборудования при формировании тонкопленочных гетероструктур для различных приборов электроники и фотоники вакуумными методами.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Дисциплина изучается в 6 и 7 семестрах бакалавриата на базе знаний, полученных студентами на первых курсах. Контроль освоения студентами материала осуществляется путем проведения экзамена и защиты курсового проекта.

Виды учебной работы	ВСЕГО		6 семестр		7 семестр	
	В зачетных единицах	В академ. часах	В зачетных единицах	В академ. часах	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6	216	4	144	2	72
Аудиторные занятия:	2,1	52	2	48	-	-
Лекции (Лек)	1	32	1	32	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,6	20	0,5	16	0,1	4
Самостоятельная работа (СР):	2,9	128	1,5	60	1,9	68
Контактная самостоятельная работа	1	0,6	1,5			0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины						
Курсовой проект	1,9	36	-	-	1	67,8

Вид контроля:						
Зачет с оценкой						+
Экзамен	1	36	1	36		
Контактная работа – промежуточная аттестация				0,4		
Подготовка к экзамену.				35,6		
Вид итогового контроля:			Экзамен		Зачет с оценкой	

Виды учебной работы	ВСЕГО		6 семестр		7 семестр	
	В зачетных единицах	В астроном. часах	В зачетных единицах	В астроном. часах	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6	162	4	108	2	54
Аудиторные занятия:	2,1	52	2	36	-	-
Лекции (Лек)	1	24	1	24	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,6	15	0,5	12	0,1	3
Самостоятельная работа (СР):	2,9	96	1,5	45	1,9	51
Контактная самостоятельная работа	1	0,45	1,5			0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины						
Курсовой проект	1,9	27	-	-	1	50,85
Вид контроля:						
Зачет с оценкой						+
Экзамен	1	27	1	27		
Контактная работа – промежуточная аттестация				0,3		
Подготовка к экзамену				26,7		
Вид итогового контроля:			Экзамен		Зачет с оценкой	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Разделы дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лек- ции	Прак. Зан.	Сам. работ а
1	Методы формирования тонкопленочных гетероструктур	68	12	8	40
2	Производство с использованием вакуумных технологий	68	12	6	40
3	Особенности создания производств на основе нанотехнологий.	44	8	6	48
	ИТОГО	180	32	20	128
	Экзамен	36			
	Курсовой проект				
	ИТОГО	216	32	20	128

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Методы формирования тонкопленочных гетероструктур.

Классификация методов получения гетерофазных пленочных структур на основе аморфных, поликристаллических, монокристаллических и эпитаксиальных пленок.

Вакуумные методы получения тонких пленок. Технологии вакуумного термического распыления. Прямое и косвенное резистивное испарение. Конструкции испарителей. Требования к материалам испарителей и контейнеров. Электронно-лучевое распыление. Длиннофокусные пушки. Пушки Пирса. Технологии мишеней для электронно-лучевого распыления. Индукционное распыление. Конструктивные особенности и область применения. Лазерное испарение. Характеристика установок и требования к оборудованию.

Технология распыления материалов под действием нейтральных и заряженных частиц. Равновесная и неравновесная, высоко- и низкотемпературная плазма. Вольтамперная характеристика разрядов. Технология диодного, триодного и магнетронного распыления. Магнетроны постоянного тока и ВЧ магнетроны. Ионно-плазменное распыление. Реактивное ионно-плазменное распыление. Ионно-лучевое распыление. Реактивное ионно-лучевое распыление. Технологии мишеней для ионного и плазменного распыления.

Технология химического разложения пара. Выбор технологических материалов и конструктивные особенности различных вариантов метода. Технология бинарных сульфидных полупроводников. Условия получения поли- и монокристаллических структур.

Технология химического разложения пара при пониженных температуре и давлении. Номенклатура слоев, получаемых по технологии LT-LPCVD. Технология оксидных слоев для наноразмерных структур.

Технология химического разложения металлоорганических соединений в вакууме. Номенклатура металлоорганических соединений, используемых для получения слоев методом разложения металлоорганических соединений в вакууме (MOCVD). Конструктивные особенности вакуумного оборудования для многослойных гетероструктур, получаемых методом MOCVD.

Раздел 2. Производство с использованием вакуумных технологий.

Понятие производства. Технологическая структура вакуумного производства. Производственные и технологические процессы. Составные части технологического процесса: операция, позиция, установка.

Основные типы технологического оборудования для создания контролируемой атмосферы в технологических агрегатах. Системы создания предварительного вакуума. Системы масляной и безмасляной откачки. Системы создания высокого и сверхвысокого вакуума. Системы шлюзования. Системы автоматического поддержания потоков рабочих газов при низких и сверхнизких давлениях.

Раздел 3. Особенности создания производств на основе нанотехнологий

Основные аспекты и особенности нанoeлектроники. Наноразмерные структурные компоненты. Зондовые технологии. Механические измерительные устройства с высокой разрешающей и детектирующей способностью.

Нанотехнологические компоненты современной электроники. Конвективные системы охлаждения. Закон Мюррея и рекурсивная система трубопроводов. Конструкция наноохладителя. Охлаждающая емкость в макроскопическом объеме. Токопроводящие дорожки. Изолирующие слои и контакты туннелирования. Модулируемые туннельные переходы.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ КОМПЕТЕНЦИЯМ БАКАЛАВРА

Компетенции	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
Знать:			
– Классификация методов получения пленок в технологиях гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники.	+	+	+
– Классификация оборудования для получения пленок в технологиях гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники	+	+	+
– Основные этапы проектирования приборов электроники на основе гетерофазных пленочных структур.	+	+	+
– Технологические и эксплуатационные требования к оборудованию для производства гетерофазных пленочных структур.	+	+	+
– Факторы, определяющие технологические потери при производстве гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники.	+	+	+
Уметь:			
– Формулировать требования к технологическому оборудованию для получения гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники.	+	+	+
– Осуществлять выбор методов и оборудования для производства гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники..	+	+	+
– Составлять компоненты технологической документации с учетом современных отечественных (ОСТ, ГОСТ) и зарубежных стандартов (SEMI).	+	+	+

Владеть:			
– Информацией о современных и перспективных методах получения тонкопленочных гетероструктур для различных приборов электроники и фотоники	+	+	+
– Информацией по основным типам технологического оборудования при формировании тонкопленочных гетероструктур для различных приборов электроники и фотоники вакуумными методами	+	+	+
Профессиональные компетенции:			
– готовностью использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1) ;	+	+	+
– способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-4) ;	+	+	+
– способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест (ПК-5) ;	+	+	+
– способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта (ПК-7) ;	+	+	+
– способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа (ПК-10) ;	+	+	+
– способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса (ПК-11) ;	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству тонкопленочных гетероструктур» в объеме 16 часов (0,5 зач. ед.) в 6 семестре и 4 часа в 7 семестре. Практические занятия проводятся под руководством преподавателей и направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, расширение знаний в области теории кристаллизации.

Примерный перечень практических занятий

№	Раздел	Темы практических занятий	часы

пп			
1	1	Расчет процесса вакуумного термического напыления	7
2	2	Расчет производительности вакуумной технологической установки	7
3	3	Расчет формирования наноструктуры	6

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторных занятий по дисциплине «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству тонкопленочных гетероструктур» не предусмотрено.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству тонкопленочных гетероструктур» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 128 акад. час., в том числе самостоятельное изучение разделов дисциплины и выполнение домашних заданий в объеме 63 акад. час., подготовку реферата в объеме 9 акад. час., а также выполнения курсового проекта.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- подготовку реферата по тематике дисциплины на основе проработки рекомендованной литературы и работы с электронно-библиотечными системами;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче экзамена.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика рефератов

Реферат по дисциплине выполняется в 6 семестре в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка реферата – 60 баллов.

Примерные тематики рефератов:

- Современные тенденции в области пучковых технологий.
- Исследования процессов вакуумного испарения многокомпонентных систем.
- Современные конструкции термических испарителей при производстве ОСИД дисплеев.
- Современные тенденции в создании тонкопленочных прозрачных проводящих слоев для устройств отображения информации.
- История создания и современные тенденции развития технологий тонкопленочных структур при производстве интегральных схем с топологическими нормами менее 25 нм.
- Нанолитография и ее применение при производстве современных микросхем.
- Способы формирования тонкопленочных светофильтров в полноцветных устройствах отображения информации.
- Современные достижения в области высоковакуумных производственных систем.

8.2. Примеры контрольных вопросов для оценки освоения дисциплины

Итоговый контроль – экзамен

Итоговый контроль по модулю 1 проводится в форме устного опроса (экзамен). Билет для проведения экзамена содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 20 баллов. Общая оценка складывается путем суммирования оценок за реферат (максимум 60 баллов) и ответ на экзамене (максимум 40 баллов). Максимальная оценка экзамена – 100 баллов.

Примеры контрольных вопросов

1. Классификация методов получения гетерофазных пленочных структур на основе аморфных, поликристаллических, монокристаллических и эпитаксиальных пленок.
2. Вакуумные методы получения тонких пленок.
3. Технологии вакуумного термического распыления. Прямое и косвенное резистивное испарение. Конструкции испарителей. Требования к материалам испарителей и контейнеров.
4. Электронно-лучевое распыление.
5. Типы электронных пушек: длиннофокусные пушки; пушки Пирса.
6. Технологии мишеней для электронно-лучевого распыления.
7. Индукционное распыление. Конструктивные особенности и область применения.
8. Лазерное испарение. Характеристика установок и требования к оборудованию.
9. Технология распыления материалов под действием нейтральных и заряженных частиц.
10. Равновесная и неравновесная, высоко- и низкотемпературная плазма: вольт-амперная характеристика разрядов.
11. Технология диодного, триодного и магнетронного распыления.
12. Магнетроны постоянного тока и высокочастотные магнетроны.
13. Ионно-плазменное распыление.
14. Реактивное ионно-плазменное распыление.
15. Ионно-лучевое распыление.
16. Реактивное ионно-лучевое распыление.
17. Технологии мишеней для ионного и плазменного распыления.
18. Технология химического разложения пара.
19. Выбор технологических материалов и конструктивные особенности различных вариантов метода химического разложения пара.
20. Получение бинарных сульфидных полупроводников методом химического разложения пара: условия получения поли- и монокристаллических структур.
21. Технология химического разложения пара при пониженных температуре и давлении LT-LPCVD.
22. Номенклатура слоев, получаемых по технологии LT-LPCVD.
23. Номенклатура металлоорганических соединений, используемых для получения слоев методом разложения металлоорганических соединений в вакууме (MOCVD).
24. Конструктивные особенности вакуумного оборудования для многослойных гетероструктур, получаемых методом MOCVD.
25. Технологическая структура вакуумного производства.
26. Производственные и технологические процессы: составные части технологического процесса: операция, позиция, установка.
27. Основные типы технологического оборудования для создания контролируемой атмосферы в технологических агрегатах.
28. Системы создания предварительного вакуума.
29. Системы масляной и безмасляной откачки вакуумных установок.
30. Системы создания высокого и сверхвысокого вакуума.

31. Системы шлюзования и перемещения объектов между различными технологическими камерами вакуумных установок.
32. Системы автоматического поддержания потоков рабочих газов при низких и сверхнизких давлениях.
33. Основные аспекты и особенности нанoeлектроники.
34. Наноразмерные структурные компоненты.
35. Зондовые технологии.
36. Механические измерительные устройства с высокой разрешающей и детектирующей способностью.
37. Нанотехнологические компоненты современной электроники.
38. Закон Мюррея и рекурсивная система трубопроводов.
39. Конструкция наноохладителя: охлаждающая емкость в макроскопическом объеме.
40. Технологии изолирующих слоев и контактов туннелирования. Модулируемые туннельные переходы.

8.3. Структура и пример билетов к экзамену

Итоговый контроль освоения материала дисциплины проводится в форме экзамена, включающего контрольные вопросы.

Экзамен по дисциплине «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству тонкопленочных гетероструктур» включает контрольные вопросы. Билет к экзамену состоит из 2 вопросов. Первый вопрос билета предусматривают развернутые ответы студента по разделу 1, второй – по разделу 2 или 3. Ответы на вопросы билета оцениваются из 40 баллов (максимальная оценка) следующим образом: первый вопрос – максимально по 25 баллов, второй вопрос – максимально 15 баллов. Общая оценка экзамена складывается путем суммирования оценок текущего контроля по модулю 1 и ответа на зачете. Максимальная оценка экзамена – 100 баллов.

Пример билета к экзамену.

<i>«Утверждаю»</i> <i>Зав. кафедрой ХТК</i> <i>И.Х. Аветисов</i> «__» _____ 20__	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии кристаллов
	18.03.01 Химическая технология
	Профиль - Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники
Оборудование и основы проектирования предприятий по производству тонкопленочных гетероструктур	
Билет № 1	
1. Технология распыления материалов под действием нейтральных и заряженных частиц.	
2. Системы шлюзования и перемещения объектов между различными технологическими камерами вакуумных установок.	

8.4. Требования и примеры заданий к курсовому проекту

Курсовой проект составляется на основе опыта, приобретенного студентом во время прохождения Производственной практики: практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности» (Б2.В.03 (П).

Описания должны быть сжатыми, ясными и сопровождаться цифровыми данными, эскизами, схемами, графиками и чертежами. Курсовой проект должен включать в себя следующие разделы:

1. Титульный лист
2. Задание
3. Оглавление
4. Введение
5. Актуальность проектирования производства, указанного в задании
6. Обзор литературы
7. Технология производства
8. Технологический расчет
9. Экономический расчет
10. Охрана труда и техника безопасности
11. Заключение
12. Список используемой литературы

Общий объем курсового проекта должен составлять 40–50 страниц машинописного текста. Рекомендуется использовать шрифт Times New Roman 14 пунктов, интервал 1,5. Поля слева должны быть 25–30 мм под переплет, с других сторон 10–15 мм. Формы титульного листа и листа с заданием приведены в Приложениях 1 и 2.

К курсовому проекту прилагаются чертеж общего вида основного оборудования, технологическая схема и калькуляция себестоимости на листах A1 или A2. Чертеж общего вида основного оборудования выполняется со стандартной рамкой, может быть выполнен в компьютерных программах AutoCAD, Компас и аналогичных. Технологическая схема и калькуляция себестоимости могут быть выполнены в произвольном формате.

Примеры

Производство эпитаксиальных структур CdHgTe для матричных фотоприемников ИК-диапазона

Требования к подложкам (основные физико-химические свойства, технические характеристики, допуски по качеству поверхностной обработки, структурным дефектам, параметрам решетки). Требования к исходным материалам для формирования фоточувствительных эпитаксиальных структур кадмий–ртуть–теллур. Основные физико-химические свойства – температуры плавления как функция состава, давления паров, полупроводниковые свойства. Требования к сырьевым материалам и материалам контейнеров. Физико-химические основы процессов выращивания эпитаксиальных структур в условиях бескислородной атмосферы. Основные виды дефектов, их причины и способы устранения. Требования к готовой продукции. Ассортимент изделий, размеры функциональных элементов.

Технологическое оборудование для проведения процессов жидкофазной эпитаксии. Вспомогательное оборудование: весы, ампулы, печи для очистки исходных веществ.

Производство жидкокристаллических дисплеев

Требования к подложкам (основные физико-химические свойства, технические характеристики, допуски по качеству поверхностной обработки). Требования к исходным материалам для формирования прозрачного проводящего слоя (твердого раствора оксида олова – оксида индия), органическим жидким кристаллам, материалам контактов (алюминий, никель). Требования к готовой продукции. Типичные дефекты при формировании пассивно-матричных и активно-матричных ЖК-дисплеев, их причины и способы устранения. Возможности утилизации брака. Области применения пассивно-матричных и активно-матричных ЖК-дисплеев.

Технологическое оборудование. Установки для плазменного нанесения прозрачных проводящих покрытий. Установки для проведения процесса фотолитографии. Установки для заполнения жидким кристаллом межплоскостного пространства. Системы

герметизации готовых изделий. Вспомогательное оборудование: установка для автоматической разварки контактных выводов. Станки для разрезания подложек. Оборудование для контроля качества изделий.

Производство органических светоизлучающих диодных структур

Требования к подложкам (основные физико-химические свойства, технические характеристики, допуски по качеству поверхностной обработки). Требования к исходным материалам для формирования многослойных структур: материал дырочного транспортного слоя, материал инжекционного слоя, материал электронного транспортного слоя, материалы светоизлучающих слоев, материал блокирующего транспортного слоя, материал блокирующего электронного слоя, материал катода и материал анода. Особенности очистки и хранения органических материалов для ОСИД технологии. Требования к готовой продукции. Типичные дефекты при формировании ОСИД структур, их причины и способы устранения. Области применения ОСИД с активной и пассивной матрицей.

Технологическое оборудование. Боксы с контролем инертной газовой атмосферы для загрузки испарителей вакуумной системы. Автоматизированный комплекс для резистивного вакуумного напыления органических слоев ОСИД структуры, герметизации готовых изделий. Вспомогательное оборудование: установка для очистки подложек, установки для разрезания готовой пластины на отдельные микродисплеи. Установки вакуумной пересублимации органических компонентов. Оборудование для контроля качества изделий.

Технологический расчет включает расчет материальных потоков, необходимых для выполнения задания.

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

- 4.1. Расчет количества основного оборудования
- 4.2. Расчет количества шихты
- 4.3. Расчет потребления электроэнергии, воды и газа

5. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

- 5.1. Расчет численности персонала цеха
- 5.2. Калькуляция себестоимости

6. РАЗМЕЩЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ НА УЧАСТКЕ

Примерный перечень вопросов к защите курсового проекта

Производство эпитаксиальных структур $CdHgTe$ для матричных фотоприемников ИК-диапазона

1. Основные типы эпитаксиальных структур.
2. Особенности различных способов технологической реализации процесса жидкофазной эпитаксии.
3. Требования к подложкам для жидкофазной эпитаксии полупроводниковых материалов.
4. Требования к сырью для процесса жидкофазной эпитаксии.
5. Типичные дефекты кристаллов при разных способах выращивания эпитаксиальных структур.
6. Основные узлы установки для выращивания полупроводниковых эпитаксиальных структур жидкофазным методом.
7. Требования к материалам оснастки.
8. Способы контроля атмосферы при проведении процесса жидкофазной эпитаксии.
9. Методы контроля качества полученных изделий.
10. Оборудование для контроля качества изделий.

Производство жидкокристаллических дисплеев

1. Основные типы жидких кристаллов, их характеристики и применение по назначению.
2. Типы жидкокристаллических дисплеев по способам управления яркостью изображения.
3. Возможные варианты топологии эффективных ЖК-дисплеев.
4. Варианты технологий цветных светофильтров.
5. Варианты изготовления транзисторной матрицы и их характеристики.
6. Варианты технологий формирования рисунка при изготовлении светофильтров.
7. Требования к подложкам для формирования транзисторной матрицы и светофильтров.
8. Способы формирования зазора между подложками под заливку жидкого кристалла.
9. Особенности технологии Chip-on-glass при производстве ЖК-дисплеев.
10. Оборудование для изготовления транзисторной матрицы.
11. Оборудование для формирования прозрачных проводящих слоев.
12. Особенности изготовления мишеней для ионных способов формирования прозрачных проводящих слоев.
13. Основные виды брака при производстве ЖК-дисплеев.
14. Требования к герметизации изделия.
15. Сортировка изделий.
16. Возможности утилизации брака.
17. Вспомогательное оборудование.

Производство органических электролюминесцентных дисплеев

1. Основные классы органических материалов в технологии ОСИД.
2. Типы ОСИД дисплеев по способам управления яркостью изображения.
3. Варианты топологии полноцветных ОСИД дисплеев.
4. Требования к транзисторной матрице для ОСИД.
5. Требования по гигиене помещения для различных участков в технологии ОСИД.
6. Требования к подложкам для формирования ОСИД структуры.
7. Способы формирования цветового изображения в технологиях ОСИД дисплеев.
8. Особенности вакуумного оборудования при производстве ОСИД дисплеев.
9. Способы герметизации изделий ОСИД.
10. Требования и способы изготовления электродов в технологии ОСИД.
11. Особенности подготовки органических препаратов для формирования различных функциональных слоев в технологии ОСИД.
12. Основные виды брака при производстве ОСИД дисплеев.
13. Сортировка изделий.
14. Возможности утилизации брака.
15. Вспомогательное оборудование.

Отчетные материалы по курсовому проекту по дисциплине «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству тонкопленочных гетероструктур» включают пояснительную записку, чертежи оборудования технологические схемы. Общая оценка складывается из оценки пояснительной записки (максимальная оценка 30 баллов) чертежей и технологических схем (максимальная оценка 20 баллов), доклада (максимальная оценка 10 баллов) и ответы на вопросы (максимальная оценка 40 баллов). Максимальная оценка за курсовой проект – 100 баллов.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Высокочистые вещества. Коллектив авторов. М., Научный мир, 2018, 996 с.
2. А.Ю. Зиновьев, А.Г. Чередниченко, И.Х. Аветисов Технология органических электролюминесцентных устройств. Технологические процессы. Учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. 64с.
3. В. П. Зломанов, И. Х. Аветисов, Е. Н. Можевитина. Физическая химия твердого тела. Р–Т–х диаграммы фазовых равновесий: учеб. пособие, М., РХТУ, 2019, 184 с.
4. О.Б. Петрова, И.Х. Аветисов, И.В. Степанова. Методические указания по выполнению расчетов технологических процессов в производстве материалов электроники и нанoeлектроники: учебно-методическое пособие (учебное пособие), РХТУ, 2015, Москва, ISBN 978-5-7237-1263-8, 60 с.
5. А.Ю.Зиновьев, А.Г.Чередниченко, И.Х.Аветисов Технология органических электролюминесцентных устройств. Теоретические основы и материалы. Учебное пособие. М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2010. 62с.
6. А.Ю.Зиновьев, И.Х.Аветисов, А.Г.Чередниченко Технология органических электролюминесцентных устройств. Гетероструктуры. Учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. 63с.

Б. Дополнительная литература

1. Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов. М.; Высш.шк.,1990, 423 с.
2. Парфенов О.Д. Технология микросхем. М.; Высш.шк.,1986, 320 с.
3. ГОСТ Р 8.694-2010 Государственная система обеспечения единства измерений. Стандартные образцы материалов (веществ). Общие статистические принципы определения метрологических характеристик.
4. Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения. М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2011 400с
5. Ковтуненко П.В. Физическая химия твердого тела. Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 1993, 352 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия 19С «Химия»
- Журнал Неорганические материалы. ISSN: : 0002-337X
- Журнал Физика твердого тела. ISSN: 0367-3294
- Журнал Известия ВУЗов. Материалы электронной техники. ISSN: 1609-3577
- Journal of Solid State Chemistry. ISSN: 0022-4596.
- Physica Status Solidi A. ISSN: 1862-6300
- Рекламные материалы ведущих производителей кристаллов и материалов электронной техники.

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

Интернет - ресурсы:

- <http://www.portalnano.ru/> - Нанотехнологии и наноматериалы. Федеральный интернет-портал
- <http://www.nsknano.ru/> - Новосибирские Наноматериалы

- www.14000.ru - Информационный сайт по системам экологического менеджмента, энерго- и ресурсоэффективным технологиям производства
 - www.centerprioritet.ru – СМЦ «Приоритет» - техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания
 - <http://www.nanometer.ru/> - "Нанометр" - нанотехнологическое сообщество
 - <http://plasma.karelia.ru/pub/nano-kurs/> - «Нано Технологии»
 - <http://www.nanonewsnet.ru/> - Нанотехнологии Nano news net | Сайт о нанотехнологиях #1 в России
 - <http://nano-portal.ru/> - Нано Портал - Нанотехнологии России
 - <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx> - Scientific research. Open Access
 - <http://www.superhimik.com/forum.htm> - Золотые купола химии
 - <http://www.intechopen.com/> - In Tech. Open Science
 - <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета.
- Поиск книг и журналов
- http://www.twirpx.com/files/chidnustry/chemistry_tech/silicate/ - Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов
 - www.sciyo.com - Welcome to Sciyo! Read, download & share more than 273 FREE SCIENTIFIC BOOKS
 - <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
 - <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
 - <http://lib.msu.ru> - Научная библиотека Московского государственного университета
 - <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
 - <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
 - <http://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах
 - <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
 - <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 32, (общее число слайдов – 440);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 80);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 40).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 12.04.2019).
- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/93/91/5> (дата обращения: 12.04.2019).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 12.04.2019).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 12.04.2019).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 12.04.2019).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://i-exam.ru/> (дата обращения: 12.04.2019).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Методические рекомендации по организации учебной работы студента, обучающегося в бакалавриате, направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Дисциплина «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству тонкопленочных гетероструктур» включает 3 раздела. При изучении материала рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

Рабочая программа дисциплины предусматривает написание реферата по тематике дисциплины в 6 семестре обучения и выполнение курсового проекта в 7 семестре. Эти работы выполняются в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу.

Целью подготовки реферата является закрепление полученных знаний по дисциплине, расширение эрудиции и кругозора студента в области современных технологий тонкопленочных гетероструктур для электроники, развитие его творческого потенциала и самостоятельного мышления.

В задачи выполнения курсового проекта входит получение навыков проведения технологических расчетов и проектных работ в области гетерофазных пленочных структур. В задачи подготовки реферата входит приобретение навыков работы с информационными ресурсами, получение опыта изложения, обработки, анализа результатов исследования, формулирования выводов по работе, знакомство с правилами оформления научных рефератов.

Курсовой проект и реферат выполняются в форме самостоятельного исследования по индивидуальной тематике.

При выполнении указанных видов самостоятельной работы студент должен руководствоваться следующими основными принципами:

1 – сочетание в работе, с одной стороны, общепризнанных теоретических и практических положений и сведений, с другой, – результатов новейших разработок в области технологии стекла;

2 – творческий аналитический подход к собранным материалам, исключая их простое перечисление и изложение.

Выполнение работ в первую очередь ориентировано на самостоятельную работу студента с информационными ресурсами – учебной, научно-технической, справочной и патентной литературой, ресурсами Интернета, базами данных, рекламной продукцией фирм-производителей. Доступ к указанным ресурсам обеспечивается фондами научно-технической библиотеки вуза и городских научно-технических библиотек, электронными библиотеками и поисковыми системами Интернета, материалами тематических выставок и научно-технических конференций. При оформлении расчетной работы и реферата следует ориентироваться на требования ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

Содержание и оформление работ оценивается в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка реферата составляет 60 баллов. Совокупная оценка текущей работы студента в 6 семестре складывается из оценки за реферат. Максимальная оценка текущей работы в семестре составляет 60 баллов.

Изучение всей дисциплины завершается итоговым контролем в форме экзамена. Максимальная оценка экзамена составляет 40 баллов.

Отчетные материалы по курсовому проекту по дисциплине «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству тонкопленочных гетероструктур» включают пояснительную записку, чертежи оборудования технологические схемы. Общая оценка складывается из оценки пояснительной записки (максимальная оценка 30 баллов) чертежей и технологических схем (максимальная оценка 20 баллов), доклада (максимальная оценка 10 баллов) и ответы на вопросы (максимальная оценка 40 баллов). Максимальная оценка за курсовой проект – 100 баллов.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Дисциплина «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству тонкопленочных гетероструктур» изучается в 6 и 7 семестрах бакалавриата.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен учитывать, что студенты, обучающиеся в бакалавриате, имеют определенную подготовку по специальным дисциплинам профиля, полученную ими при обучении в бакалавриате, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал дисциплины должен быть ориентирован на современную трактовку изучаемых вопросов, отличаться широтой и глубиной их проработки, включать элементы научной дискуссии. Необходимо обращать внимание студентов на обоснование круга рассматриваемых вопросов, формулировки главных положений и определений, практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться связь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству тонкопленочных гетероструктур», является формирование у студентов широкого кругозора и эрудиции в области технологического оборудования и проектирования производств, на которых активно используются высоковакуумные технологии получения многослойных тонкопленочных структур. Преподаватель должен акцентировать внимание студентов на вопросах специфики организации современного производства с использованием вакуумного технологического оборудования, расчету необходимой производительности напылительных устройств. При проведении занятий желательно обращаться к опыту ведущих производственных фирм, использовать их научно-информационные и рекламные материалы, проводить сравнительный анализ результатов передовых научных исследований в данной области.

В разделе «Методы формирования тонкопленочных гетероструктур» следует остановиться на оборудовании и особенностях его использования для получения тонкопленочных структур с различными характеристиками.

Основная задача раздела «Производство с использованием вакуумных технологий» заключается в ознакомлении обучающихся со структурой современного вакуумного производства, основными типами вспомогательного, основного оборудования для изготовления тонкопленочных гетероструктур.

В разделе «Особенности создания производств на основе нанотехнологий» следует изложить материал об особенностях нанотехнологического оборудования и оборудования для получения наноразмерных структур.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по дисциплине является широкое использование иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники. Иллюстративный материал включает презентации по разделам дисциплины, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам дополнительную литературу по тематике занятия. Желательно стимулировать студентов к самостоятельной работе с литературными источниками, задавая вопросы и организуя их обсуждение в аудитории.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 составляет 1 708 372 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором

			науки" изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» изд-ва Дашков и К. А также отдельные издания в соответствии с Договором.
2.	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».	Принадлежность сторонняя. Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 111-142ЭА/2018 от 18.12.2018 г. Сумма договора – 547 511 руб. С «01» января.2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт ЭБС – http://reforma.kodeks.ru/reforma/ Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.	Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД

4	Электронная библиотека диссертаций (ЭБД).	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – РГБ, Договор № 29.01-Р-2.0-826/2018 от 03.10.2018 г. Сумма договора - 299130-00 С «15» октября 2018 г. по «14» июля 2019 г. Ссылка на сайт ЭБС – http://diss.rsl.ru/ Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.	В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.
5	ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru».	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ», договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г. Сумма договора - 934 693-00 С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Электронные версии периодических и неперiodических изданий по различным отраслям науки

6	БД ВИНТИ РАН	Принадлежность сторонняя Договор № 5Д/2018 от 01.02.2018 г. Сумма договора - 24000-00 С «02» февраля 2018 г. по «05» мая 2019 г. Ссылка на сайт- http://www.viniti.ru/ Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.	Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНИТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов
7	Справочно- правовая система «Консультант+»,	Принадлежность сторонняя, Договор № 45-70ЭА/2018 от 09.07.2018 г. С «10» июля 2018 г. по «09» июля 2019 г. Ссылка на сайт- http://www.consultant.ru/ Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
8	Справочно- правовая система «Гарант»	Принадлежность сторонняя Договор №145-188ЭА/2018 г. от 28.01.2019 г. С «28» января 2019 г. по «27» января 2020 г. Ссылка на сайт – http://www.garant.ru/ Сумма договора - 512000-00 Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.	Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
9	Издательство Wiley	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Wiley/130 от 10.10.2019 г.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.

		С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	
10	QUESTEL ORBIT	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Questel/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.questel.orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.
11	ProQuest Dissertation and Theses Global	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № ProQuest/130 от 09.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.proquest.com/products-services/pqdtglobal.html Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	База данных ProQuest Dissertation & Theses Global (PQDT Global) авторитетная коллекция из более 3,5 млн. зарубежных диссертаций, более 1,7 млн. из которых представлены в полном тексте.
12	American Chemical Society	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № ACS/130 от 25.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г.	Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society

		Ссылка на сайт – http://www.acs.org/content/acs/en.html Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	
13	American Institute of Physics (AIP)	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № AIP/130 от 24.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://scitation.aip.org/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP)
14	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Reaxys /130 от 10.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
15	Scopus	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Scopus/130 от 09.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.scopus.com.	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER

		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	
16	Ресурсы международной компании Clarivate Analytics	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № WoS/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.
17	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № RSC/130 от 08.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.

18.	Электронные ресурсы издательства SpringerNature	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+РФФИ) Информационное письмо РФФИ № 809 от 24.06.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт http://link.springer.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний. - Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols - Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) - Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме - Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH - Nano Database
19.	База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № CAS/130 от 23.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://scifinder.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.	SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.

20	Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ № исх.- 1294 от 09 10 2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.	«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2014-2018гг.
21	ЭБС «ЮРАЙТ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора – ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ», Договор № №29.01-3-2.0-1168/2018 от 11.01.2019 г. С «11» января 2019 г. по «»10» января 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС - https://biblio-online.ru/ Сумма договора – 220 000-00 руб. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству тонкопленочных гетероструктур» проводятся в форме лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы студента.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам лекционного дисциплины.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками стекол и стеклоизделий.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Операционная система Microsoft Windows 10 Education (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching , соглашение от 31.01.2019 ICM-169788, номер подписки IM91021, действительно до 30.01.2021, счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021
2	Microsoft Visio Professional 2019 (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching , соглашение от 31.01.2019 ICM-169788, номер подписки IM91021, действительно до 30.01.2021, счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021
3	Антиплагиат.ВУЗ	Контракт от 14.06.2019 № 40-45Э/2019	не ограничено, лимит проверок 6000	14.06.2020

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки

Раздел 1	<i>Знает:</i> – Классификация методов получения пленок в технологиях гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники. – Классификация оборудования для получения пленок в технологиях гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники. – Основные этапы проектирования приборов электроники на основе гетерофазных пленочных структур. – Технологические и эксплуатационные требования к оборудованию для производства гетерофазных пленочных структур. – Факторы, определяющие технологические потери при производстве гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники. <i>Умеет:</i> – Формулировать требования к технологическому оборудованию для получения гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники. – Осуществлять выбор методов и оборудования для производства гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники. – Составлять компоненты технологической документации с учетом современных отечественных (ОСТ, ГОСТ) и зарубежных стандартов (SEMI). <i>Владеет:</i> – Информацией о современных и перспективных методах получения тонкопленочных гетероструктур для различных приборов электроники и фотоники. – Информацией по основным типам технологического оборудования при формировании тонкопленочных гетероструктур для различных приборов электроники и фотоники вакуумными методами.	Оценка за реферат Оценка за экзамен Оценка за курсовой проект
Раздел 2	<i>Знает:</i> – Классификация методов получения пленок в технологиях	Оценка за реферат Оценка за экзамен

	гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники. – Классификация оборудования для получения пленок в технологиях гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники. – Основные этапы проектирования приборов электроники на основе гетерофазных пленочных структур. – Технологические и эксплуатационные требования к оборудованию для производства гетерофазных пленочных структур. – Факторы, определяющие технологические потери при производстве гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники. <i>Умеет:</i> – Формулировать требования к технологическому оборудованию для получения гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники. – Осуществлять выбор методов и оборудования для производства гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники. – Составлять компоненты технологической документации с учетом современных отечественных (ОСТ, ГОСТ) и зарубежных стандартов (SEMI). <i>Владеет:</i> – Информацией о современных и перспективных методах получения тонкопленочных гетероструктур для различных приборов электроники и фотоники. – Информацией по основным типам технологического оборудования при формировании тонкопленочных гетероструктур для различных приборов электроники и фотоники вакуумными методами.	Оценка за курсовой проект
Раздел 3	<i>Знает:</i> – Классификация методов получения пленок в технологиях гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники. – Классификация оборудования	Оценка за реферат Оценка за экзамен Оценка за курсовой проект

	для получения пленок в технологиях гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники. – Основные этапы проектирования приборов электроники на основе гетерофазных пленочных структур. – Технологические и эксплуатационные требования к оборудованию для производства гетерофазных пленочных структур. – Факторы, определяющие технологические потери при производстве гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники. <i>Умеет:</i> – Формулировать требования к технологическому оборудованию для получения гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники. – Осуществлять выбор методов и оборудования для производства гетерофазных пленочных структур для приборов электроники и фотоники. – Составлять компоненты технологической документации с учетом современных отечественных (ОСТ, ГОСТ) и зарубежных стандартов (SEMI). <i>Владеет:</i> – Информацией о современных и перспективных методах получения тонкопленочных гетероструктур для различных приборов электроники и фотоники. – Информацией по основным типам технологического оборудования при формировании тонкопленочных гетероструктур для различных приборов электроники и фотоники вакуумными методами.	

15 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья на основании письменного заявления обучение по дисциплине реализуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее-индивидуальных особенностей); обеспечивается соблюдение следующих общих требований: использование специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего такому обучающемуся необходимую техническую помощь, обеспечение доступа в здания и помещения, где проходит учебный процесс, другие условия, без которых невозможно или затруднено изучение дисциплины.

Обеспечивается соблюдение следующих общих требований: проведение обучения по дисциплине для студентов-инвалидов лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся; присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего(их) обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей; пользование необходимыми обучающимся техническими средствами с учетом их индивидуальных особенностей.

Все локальные нормативные акты РХТУ им. Д. И. Менделеева по вопросам реализации дисциплины (модуля) практики, доводятся до сведения обучающихся с ограниченными возможностями здоровья в доступной для них форме.

Продолжительность прохождения промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности увеличивается по письменному заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья; продолжительность экзамена и (или) зачета, проводимого в письменной форме, увеличивается не менее чем на 0,5 часа; продолжительность подготовки обучающегося к ответу на экзамене и (или) зачете, проводимом в письменной форме, – не менее чем на 0,5 часа; продолжительность ответа обучающегося при устном ответе увеличивается не более чем на 0,5 часа.

**Дополнения и изменения к рабочей программе
«Оборудование и основы проектирования предприятий по производству
тонкопленочных гетероструктур»
основной образовательной программы**

18.03.01 «Химическая технология»

Профиль – «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и
наноэлектроники»

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата»

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения, договоров с ЭБЦ и информационных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 1 от «31» августа 2019 г
2.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«Утверждаю»

ректор

(Руководитель образовательной организации)

А.Г. Мажуга

(Подпись)

(И.О. Фамилия)

«_____» _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Оборудование и основы проектирования предприятий по производству
и обработке ювелирных кристаллов»
(Б1.В.ДВ.05.03)**

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной
техники и нанoeлектроники»

Квалификация – бакалавр

Программа одобрена
Методической комиссией
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«31» мая 2019 г.

Председатель _____ **Н.А. Макаров**
(Подпись) (И.О. Фамилия)

Москва 2019 г.

Программа составлена:
ассистентом кафедры химии и технологии кристаллов,
Э.А. Ахметшиным

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии кристаллов
РХТУ им.Д.И. Менделеева «21» мая 2019 г., протокол № 13.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины	4
2. Требования к результатам освоения дисциплины	4
3. Объем дисциплины и виды учебной работы	5
4. Содержание дисциплины	5
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	5
4.2. Содержание разделов дисциплины	6
5. Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины	8
6. Практические и лабораторные занятия	9
6.1. Практические занятия	9
6.2. Лабораторные занятия	10
7. Самостоятельная работа	10
8. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	10
8.1. Примерная тематика расчетной работы	10
8.2. Примерная тематика рефератов	10
8.3. Примеры контрольных вопросов для оценки освоения дисциплины	11
8.4. Структура и примеры экзаменационных билетов	17
9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	17
9.1. Рекомендуемая литература	17
9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации	18
9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины	18
10. Методические указания для обучающихся	19
11. Методические указания для преподавателей	20
12. Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе	20
13. Материально-техническое обеспечение дисциплины	20
13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе	20
13.2. Учебно-наглядные пособия	20
13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства	20
13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы	20
13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения	20
14. Требования к оценке качества освоения программы	21
15. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	22

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и наноэлектроники», в соответствии с рекомендациями методической секции Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплин профиля на кафедре химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к вариативной части учебного плана, к блоку элективных дисциплин (Б1.В.ДВ.05.03) и рассчитана на изучение дисциплины в 6 и 7 семестрах обучения. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей химии, математики, физики, физической химии, кристаллографии, физической электроники.

Цель дисциплины – освоение студентами технологии производства ювелирных материалов и её аппаратного сопровождения, оборудования для работы с природными и искусственными ювелирными камнями - механической обработкой, модифицированием свойств (облагораживанием), ростом искусственных кристаллов.

Основные задачи - формирование у студентов научного базиса в области технологической геммологии, предметом исследования которой является, в том числе, разработка методов роста искусственных аналогов природных драгоценных камней, обработки и модифицирования как природных так и синтетических ювелирных камней; выработка системного подхода к изучению, применению и конструкционной оптимизации оборудования для производства и механической обработки ювелирных кристаллов и материалов.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины при подготовке бакалавров по направлению 18.03.01 «Химическая технология»; профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и наноэлектроники» способствует формированию следующих компетенций:

Профессиональных:

- готовностью использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (**ПК-1**);
- способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (**ПК-4**);
- способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест (**ПК-5**);
- способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта (**ПК-7**);
- способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа (**ПК-10**);
- способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса (**ПК-11**);

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

-Основные технологические схемы и основы проектирования производства при

работе с природными и искусственными ювелирными материалами.

-Методы механической обработки, модифицирования, получения искусственных кристаллов и материалов ювелирной промышленности.

-Принципы проектирования и деятельности предприятий по производству ювелирных камней и материалов.

Уметь:

-Использовать оборудование для обработки ювелирных камней и материалов.

- Модифицировать свойства ювелирных материалов.

- Выбирать оптимальные технологии при обработке монокристаллов.

Владеть:

- Навыком обработки природных и искусственных монокристаллов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс изучается в 6 и 7 семестрах бакалавриата на базе знаний, полученных студентами на первом-третьем курсе. Контроль освоения студентами материала курса осуществляется путем проведения экзамена и защиты курсового проекта.

Виды учебной работы	ВСЕГО		6 семестр		7 семестр	
	В зачетных единицах	В академ. часах	В зачетных единицах	В академ. часах	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6	216	4	144	2	72
Аудиторные занятия:	2,1	52	2	48	-	-
Лекции (Лек)	1	32	1	32	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,6	20	0,5	16	0,1	4
Самостоятельная работа (СР):	2,9	128	1,5	60	1,9	68
Контактная самостоятельная работа	1	0,6	1,5			0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины						
Курсовой проект	1,9	36	-	-	1	67,8
Вид контроля:						
Зачет с оценкой						+
Экзамен	1	36	1	36		
Контактная работа – промежуточная аттестация				0,4		
Подготовка к экзамену.				35,6		
Вид итогового контроля:			Экзамен		Зачет с оценкой	

Виды учебной работы	ВСЕГО		6 семестр		7 семестр	
	В зачетных единицах	В астроном. часах	В зачетных единицах	В астроном. часах	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость	6	162	4	108	2	54

дисциплины по учебному плану						
Аудиторные занятия:	2,1	52	2	36	-	-
Лекции (Лек)	1	24	1	24	-	-
Практические занятия (ПЗ)	0,6	15	0,5	12	0,1	3
Самостоятельная работа (СР):	2,9	96	1,5	45	1,9	51
Контактная самостоятельная работа	1	0,45	1,5			0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины						
Курсовой проект	1,9	27	-	-	1	50,85
Вид контроля:						
Зачет с оценкой						+
Экзамен	1	27	1	27		
Контактная работа – промежуточная аттестация				0,3		
Подготовка к экзамену				26,7		
Вид итогового контроля:			Экзамен		Зачет с оценкой	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Разделы дисциплины	Академ. часов			
		Всего	Лек-ции	Прак. Зан.	Сам. работа
1	Технология обработки	68	12	8	40
2	Технология облагораживания.	68	12	6	40
3	Технология драгоценных монокристаллов	44	8	6	48
	ИТОГО	180	32	20	128
	Экзамен	36			
	Курсовой проект				
	ИТОГО	216	32	20	128

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Технология обработки

1. Введение. Определение природных ювелирных камней и материалов. Современная техническая классификация и пр. Цели и задачи. Основные понятия.
2. Проектирование производства по обработке ювелирных камней. Технологические схемы производства и их аппаратное воплощение.

- Пооперационный хронометраж.
3. Распиловочные и подрезные станки и пилы. Принцип действия и основные технические характеристики.
 4. Шлифовальные станки - принцип действия и основные технические данные. Грубая обдирка, шлифование и полирование. Физический смысл процессов, материалы и оснастка.
 5. Процесс изготовления кабошонов. Разметка, распиловка, наклейка, обдирка, шлифование и полирование. Формы кабошонов. Особенности изготовления кабошонов из разных материалов.
 6. Типы ограночных приспособлений. Процесс огранения. Разметка, распиловка и задание формы. Наклейка и переклейка. Огранение и полирование коронки и павильона. Промывка и упаковка ограненных камней. Форма ограненных камней. Расчет и оптимизация оптики и геометрии ограненных камней. Понятие о фантазийных формах огранки. Технология изготовления кр-17 и кр-57.
 7. Голтовка. Изготовление шаров. Сверление. Мозаика. Резьба по камню, раковине, кости. Технология, материалы и оборудование. Новые перспективные методы обработки.
 8. Контроль качества обработки, основные методы и особенности. Оборудование для контроля качества.
 9. Особенности организации предприятий по обработке и производству ювелирных камней и материалов. Техника безопасности и утилизация отходов производства

Раздел 2. Технология облагораживания.

1. Введение. Определение качественных характеристик природных кристаллов. Понятие о сортности и критерии выделения сортов материалов. Классификация методов модифицирования качественных характеристик ювелирных монокристаллов. Физические, химические и физико-химические методы модифицирования свойств природных монокристаллов. Условия проведения процессов, определяющие факторы методов и их аппаратура. облагораживание природных монокристаллов. Модифицирование драгоценных камней (алмаз, сапфир, изумруд и др.). Модифицирование ювелирных камней 2, 3 и 4 категории. Экономическая целесообразность модифицирования, выбор методов облагораживания на различных примерах.
2. Особенности организации и техника безопасности предприятий и лабораторий по облагораживанию и модифицированию свойств природных и искусственных ювелирных камней и материалов.
3. Проектирование производства по облагораживанию ювелирных камней и материалов. Особенности разработки технологических схем производства и расчетных схем модифицирования различного ювелирного сырья.

Раздел 3. Технология драгоценных монокристаллов

1. Введение. Цели и задачи получения ювелирных материалов. Физико-химические основы процессов синтеза шихты и роста монокристаллов. Расплавные методы роста ювелирных монокристаллов. Раствор-расплавные методы роста и используемая аппаратура. Гидротермальные методы роста . Условия, особенности, физхимия процессов, аппаратура и оснастка. Химические методы синтеза ювелирных материалов (на примере опала, малахита и бирюзы).
2. Проектирование предприятий по росту и производству ювелирных камней и материалов. Кибернетические основы оптимизации технологического процесса.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Компетенции	Раздел		
	1	2	3
<i>Знать:</i>			
-Основные технологические схемы и основы проектирования производства при работе с природными и искусственными ювелирными материалами.	+	+	+
-Методы механической обработки, модифицирования, получения искусственных кристаллов и материалов ювелирной промышленности.	+	+	+
-Принципы проектирования и деятельности предприятий по производству ювелирных камней и материалов.	+	+	+
<i>Уметь:</i>			
-Использовать оборудование для обработки ювелирных камней и материалов.	+	+	+
- Модифицировать свойства ювелирных материалов.	+	+	+
– Выбирать оптимальные технологии при обработке монокристаллов.	+	+	+
<i>Владеть:</i>			
- Навыком обработки природных и искусственных монокристаллов.	+	+	+
<i>Профессиональные компетенции:</i>			
– готовностью использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1) ;	+	+	+
– способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-4) ;	+	+	+
– способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест (ПК-5) ;	+	+	+
– способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта (ПК-7) ;	+	+	+
– способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа (ПК-10) ;	+	+	+
– способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса (ПК-11) ;	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству и обработке ювелирных кристаллов» в объеме 16 часов (0,5 зач. ед.) в 6 семестре и 4 часа в 7 семестре. Практические занятия проводятся под руководством преподавателей и направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, расширение знаний в области теории кристаллизации.

Примерный перечень практических занятий

№ пп	Раздел	Темы практических занятий	часы
1	1	Разметка и подготовка ювелирного сырья к обработке. Компьютерное моделирование раскроя, оптики и формы камня.	5
2	1	Изготовление кабошонов.	5
3	1	Огранение ювелирных камней и материалов.	5
4	1	Облагораживание ювелирных монокристаллов методами термообработки на примере дымчатого кварца.	5

6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» не предусмотрено проведение лабораторных работ по дисциплине «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству и обработке ювелирных кристаллов».

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству и обработке ювелирных кристаллов» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 76 акад. час., в том числе самостоятельное изучение разделов дисциплины в объеме 40 акад. час. (в 6 семестре), выполнение курсового проекта в объеме 36 акад. час. (в 7 семестре).

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- выполнение курсового проекта;
- посещение отраслевых выставок – «Симфония самоцветов», «Самоцветный развал», «Недра», музеев соответствующего профиля – «Самоцветы», семинаров по геммологии и технологической геммологии, конференций различного уровня «Неделя горняка», «Новое в науках о земле» и т.д.;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче экзамена.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика курсовых проектов.

Курсовой проект выполняется в 7 семестре. Оценивается как зачет с оценкой из

100 баллов, при этом оцениваются: пояснительная записка к проекту, чертежи и схемы (технологическая схема, чертежи основного оборудования и/или узла, план цеха/участка, калькуляция себестоимости), доклад и ответы на вопросы.

Курсовой проект составляется на основе опыта, приобретенного студентом во время прохождения Производственной практики: практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности» (Б2.В.03 (П). Описания должны быть сжатыми, ясными и сопровождаться цифровыми данными, эскизами, схемами, графиками и чертежами. Курсовой проект должен включать в себя следующие разделы:

1. Титульный лист
2. Задание
3. Оглавление
4. Введение
5. Актуальность проектирования производства, указанного в задании
6. Обзор литературы
7. Технология производства
8. Технологический расчет
9. Экономический расчет
10. Охрана труда и техника безопасности
11. Заключение
12. Список используемой литературы

Общий объем курсового проекта должен составлять 40–50 страниц машинописного текста. Рекомендуются использовать шрифт Times New Roman 14 пунктов, интервал 1,5. Поля слева должны быть 25–30 мм под переплет, с других сторон 10–15 мм. Формы титульного листа и листа с заданием приведены в Приложениях 1 и 2.

К курсовому проекту прилагаются чертеж общего вида основного оборудования, технологическая схема и калькуляция себестоимости на листах А1 или А2. Чертеж общего вида основного оборудования выполняется со стандартной рамкой, может быть выполнен в компьютерных программах AutoCAD, Компас и аналогичных. Технологическая схема и калькуляция себестоимости могут быть выполнены в произвольном формате.

1. Проектирование цеха по полировки пластин монокристаллического корунда (кремния) с заданными параметрами (производительность, размерные и качественные параметры задаются персонально)
2. Проектирование цеха по огранке ювелирных камней (группа ювелирных камней и производительность задаются персонально).
3. Проектирование производства по обработке ювелирных камней и материалов (производительность задается персонально).
4. Проектирование лаборатории по термообработке ювелирных камней группы корунда (производительность задается персонально).
5. Проектирование цеха по производству искусственного малахита (производительность задается персонально).

8.2. Примеры контрольных вопросов для оценки освоения дисциплины

Каждый раздел заканчивается контрольной работой. Всего планируется провести три контрольные работы. Вопросы к контрольным работам будут использованы из соответствующих разделов.

Примеры контрольных вопросов

Раздел 1. Технология обработки

1. Определение природных ювелирных камней и материалов. Современная техническая классификация..
2. Процесс изготовления кабошонов. Оборудование для кабошенирования. Формы кабошонов. Особенности изготовления кабошонов из разных материалов.
3. Оборудование для огранения. Типы ограночных приспособлений. Процесс огранения.
4. Форма ограненных камней. Расчет и оптимизация оптики и геометрии ограненных камней. Компьютерные программы для расчета оптики ограненного камня.
5. Понятие о фантазийных формах огранки. Специфика оборудования для производства фантазийной огранки.
6. Технология изготовления кр-17 и кр-57.
7. Технология галтования. Оборудование и режимы галтования.
8. Сверление. Оборудование для механического и ультразвукового сверления. Режимы и особенности сверления моно- и поликристаллических материалов.
9. Технология изготовления мозаичных работ.
10. Резьба по камню, раковине, кости. Технология, материалы и оборудование.
11. Новые перспективные методы обработки.
12. Контроль качества обработки, основные методы и особенности. Оборудование для контроля качества.
13. Особенности организации предприятий по обработке и производству ювелирных камней и материалов.
14. Техника безопасности и утилизация отходов камнеобрабатывающих производств.

Раздел 2. Технология облагораживания.

15. Определение качественных характеристик природных кристаллов. Понятие о сортности и критерии выделения сортов материалов.
16. Классификация методов модифицирования качественных характеристик ювелирных монокристаллов.
17. Методы радиационного воздействия. Нейтронное облучение. Экспериментальные реакторы.
18. Методы радиационного воздействия. Электронное облучение. Оборудование для электронного облучения.
19. Методы радиационного воздействия. Гамма-облучение и источники излучения.
20. Термообработка и механизм изменения цвета ювелирных камней.
21. Ионная имплантация, «ионное перемешивание», термодиффузия.
22. Модифицирование драгоценных камней (алмаз, сапфир, изумруд и др.).
23. Химическое крашение и применение органических красителей.
24. Экономическая целесообразность модифицирования, выбор методов облагораживания на различных примерах.

Раздел 3. Технология драгоценных монокристаллов

25. Цели и задачи получения ювелирных материалов. Физико-химические основы процессов синтеза шихты и роста монокристаллов.
26. Расплавные методы роста ювелирных монокристаллов.
27. Газопламенный метод роста ювелирных монокристаллов и оборудование для него.
28. Методы зонной плавки на примере метода Багдасарова.
29. Метод Киропулуса и оборудование для него.
30. Раствор-расплавные методы роста и используемая аппаратура.

31. Гидротермальные методы роста на примере получения монокристаллического кварца и его ювелирных разновидностей.
32. Химические методы синтеза ювелирных материалов.
33. Получение ювелирного благородного опала, оборудование для его производства.
34. Оборудование для получения искусственной бирюзы.

Итоговый контроль – экзамен

Итоговый контроль проводится в форме устного опроса. Билет для проведения экзамена содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 20 баллов. Общая оценка складывается путем суммирования оценок за три контрольные работы по 20 баллов (максимум 60 баллов) и ответ на экзамене (максимум 40 баллов). Максимальная оценка зачета – 100 баллов.

Пример билета к экзамену.

«Утверждаю» Зав. кафедрой ХТК И.Х. Аветисов «__» _____ 20__	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии кристаллов
	18.03.01 Химическая технология
	Профиль - Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники
Оборудование и основы проектирования предприятий по производству и обработке ювелирных кристаллов	
Билет № 1 1. Технология изготовления КР-57 2. Газопламенный метод роста ювелирных монокристаллов и оборудование для него.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Гулоян Ю.А. Технология стекла и стеклоизделий. Владимир: Транзит-ИКС, 2015. 712 с.
2. Ахметшин Э.А., Чередниченко А.Г.. Технология облагораживания ювелирных камней и материалов. Химическое крашение :Учебное пособие.- М.:РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2017.-60с.
3. Ахметшин Э.А., Чередниченко А.Г.. Технология облагораживания ювелирных камней и материалов. Применение пигментов и химическое травление Учебное пособие.- М.:РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2017.-60с.
4. О.Б. Петрова, И.Х. Аветисов, И.В. Степанова. Методические указания по выполнению расчетов технологических процессов в производстве материалов электроники и нанoeлектроники: учебно-методическое пособие (учебное пособие), РХТУ, 2015, Москва, ISBN 978-5-7237-1263-8, 60 с.

Б. Дополнительная литература

1. 3. А. А. Майер. Процессы роста кристаллов. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 1999
4. В.С. Балицкий, Е.Е. Лисицина. Синтетические аналоги и имитации природных драгоценных камней. Москва, «Недра», 1981, 158 стр.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

«Кристаллография»
American Mineralogist
Gems & Gemology (Gemological Institute of America)
Современные наукоемкие технологии
Петрология
Минералогия
Mineral Resources Engineering
Journal of Crystal Growth
Crystal Research and Technology
Cryst. Eng.Comm
«Неорганические материалы»
«Журнал неорганической химии»
Journal of Non-Crystalline Solids.
Аэрокосмический научный журнал
ОПТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
Машиностроение
Фундаментальные исследования
Успехи современного естествознания
Ресурсы ELSEVIER: www.sciencedirect.com.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных практических занятий;
- комплекты ограненных и кабошонированных ювелирных камней – презентационный материал;
- оборудованный учебный класс, оснащенный: распиловочные станки – 2шт.; подрезные – 2шт.; универсальные шлифовальные – 3 шт.; экспериментальные шлифовальные – 1шт. (1 в резерве);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 12.04.2019).
- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/93/91/5> (дата обращения: 12.04.2019).
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность,

электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 12.04.2019).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 12.04.2019).
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 12.04.2019).
- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://i-exam.ru/> (дата обращения: 12.04.2019).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Методические рекомендации по организации учебной работы студента, обучающегося в бакалавриате, направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по курсу.

Дисциплина «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству и обработке ювелирных кристаллов» включает три раздела. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

Рабочая программа дисциплины предусматривает выполнение практической работы, а также подготовку и выполнение курсового проекта. Эти работы выполняются в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу.

В задачи выполнения курсового проекта входит получение навыков проведения технологических расчетов и проектных работ в области производства разных видов огранки ювелирных камней, других видов обработки и облагораживания.

Курсовой проект выполняется в форме самостоятельного исследования по индивидуальной тематике.

При выполнении указанных видов самостоятельной работы студент должен руководствоваться следующими основными принципами:

1 – сочетание в работе, с одной стороны, общепризнанных теоретических и практических положений и сведений, с другой, – результатов новейших разработок в области технологии стекла;

2 – творческий аналитический подход к собранным материалам, исключая их простое перечисление и изложение.

Выполнение работ в первую очередь ориентировано на самостоятельную работу студента с информационными ресурсами – учебной, научно-технической, справочной и патентной литературой, ресурсами Интернета, базами данных, рекламной продукцией фирм-производителей. Доступ к указанным ресурсам обеспечивается фондами научно-технической библиотеки вуза и городских научно-технических библиотек, электронными библиотеками и поисковыми системами Интернета, материалами тематических выставок и научно-технических конференций. При оформлении проекта следует ориентироваться на требования ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

Содержание и оформление работ оценивается в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка расчетной

работы, реферата и контрольных работ составляет в совокупности 60 баллов. Совокупная оценка текущей работы студента складывается из оценок за выполнение контрольных работ (по 20 баллов – три работы). Максимальная оценка текущей работы в каждом семестре составляет 60 баллов.

Общая оценка результатов освоения дисциплины складывается из числа баллов, набранных в семестре (контрольные работы) и на экзамене. Максимальная общая оценка всей дисциплины составляет 100 баллов.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Дисциплина «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству и обработке ювелирных кристаллов» изучается в 6 и 7 семестрах бакалавриата.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен учитывать, что студенты, обучающиеся в бакалавриате, имеют определенную подготовку по специальным дисциплинам профиля, полученную ими при обучении в бакалавриате, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал курса должен быть ориентирован на современную трактовку изучаемых вопросов, отличаться широтой и глубиной их проработки, включать элементы научной дискуссии. Необходимо обращать внимание студентов на обоснование круга рассматриваемых вопросов, формулировки главных положений и определений, практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться связь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству и обработке ювелирных кристаллов», является формирование у студентов широкого кругозора и эрудиции в области технологий обработки, облагораживания и производства ювелирных камней; понимания проблемных мест современных технологических процессов и путей разрешения проблемных ситуаций. При проведении занятий желательно обращаться к опыту ведущих зарубежных фирм и отечественных предприятий, использовать их научно-информационные и рекламные материалы, проводить сравнительный анализ результатов инноваций на разных предприятиях отрасли.

В вводной группе лекций преподаватель должен сделать особый уклон в современном представлении технологической геммологии о процессах обработки и облагораживании природных ювелирных камней и материалов, роли искусственных ювелирных камней. Рассматривая процессы огранки и кабошонирования особое внимание необходимо уделить качеству обработки, изменению фундаментальных представлений о процессах и механизмах обработки. Важное значение нужно уделить и массовому производству и изменению технологических и производственных циклов связанных с этим.

Основная задача раздела технология облагораживания заключается в ознакомлении студента с различными технологическими подходами при модифицировании качественных (в редких случаях и количественных) свойств природных и искусственных ювелирных камней. Важным моментом при обучению по этому разделу – рассмотрение конкретных примеров технологических циклов при облагораживании тех или иных камней, именно практическое применение позволяет мотивировать студента для более глубокого, самостоятельного ознакомления с известными способами облагораживания. Особое внимание в этом разделе нужно уделить технике безопасности и планированию работ (в первую очередь это касается радиационных методов).

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по курсу является широкое использование наглядных пособий, учебных коллекций и иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники. Иллюстративный материал включает презентации по разделам курса, выполненные с использованием

различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office), в т.ч. видеоклипы, отражающие технологические процессы огранки, облагораживания и получения ювелирных материалов. Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам дополнительную литературу по тематике занятия. Желательно стимулировать студентов к самостоятельной работе с литературными источниками, задавая вопросы и организуя их обсуждение в аудитории.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 составляет 1 708 372 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-827/2018 от 26.09.2018 г. Сумма договора – 357 000-00 С «26» сентября 2018г. по « 25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань" — ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в которых интегрированы бесплатные сервисы для

	ЭБС «ЛАНЬ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г. Сумма договора – 642 083-68 С «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	незрячих студентов и синтезатор речи. Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва "Лань", Национальный Открытый Университет"ИНТУИТ", "Инженерно-технические науки" изд-ва "Лань". Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», Национальный Открытый Университет«ИНТУИТ», Инженерно-технические науки" изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» изд- ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» изд-ва Дашков и К. А также отдельные издания в соответствии с Договором.

2.	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».	Принадлежность сторонняя. Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 111-142ЭА/2018 от 18.12.2018 г. Сумма договора – 547 511 руб. С «01» января.2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт ЭБС – http://reforma.kodeks.ru/reforma/ Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.	Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД
4	Электронная библиотека диссертаций (ЭБД).	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – РГБ, Договор № 29.01-Р-2.0-826/2018 от 03.10.2018 г. Сумма договора - 299130-00 С «15» октября 2018 г. по «14» июля 2019 г. Ссылка на сайт ЭБС – http://diss.rsl.ru/ Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.	В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.

5	ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru».	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ», договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г. Сумма договора - 934 693-00 С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Электронные версии периодических и неперiodических изданий по различным отраслям науки
6	БД ВИНТИ РАН	Принадлежность сторонняя Договор № 5Д/2018 от 01.02.2018 г. Сумма договора - 24000-00 С «02» февраля 2018 г. по «05» мая 2019 г. Ссылка на сайт- http://www.viniti.ru/ Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.	Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов
7	Справочно-правовая система «Консультант+»,	Принадлежность сторонняя, Договор № 45-70ЭА/2018 от 09.07.2018 г. С «10» июля 2018 г. по «09» июля 2019 г. Ссылка на сайт- http://www.consultant.ru/ Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
8	Справочно-правовая система	Принадлежность сторонняя Договор №145-188ЭА/2018 г.	Гарант — справочно-правовая

	«Гарант»	от 28.01.2019 г. С «28» января 2019 г. по «27» января 2020 г. Ссылка на сайт – http://www.garant.ru/ Сумма договора - 512000-00 Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.	система по законодательству Российской Федерации.
9	Издательство Wiley	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Wiley/130 от 10.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip- адресам неограничен.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.
10	QUESTEL ORBIT	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Questel/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.questel.orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip- адресам неограничен.	ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80- патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.
11	ProQuest Dissertation and Theses Global	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № ProQuest/130 от 09.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по	База данных ProQuest Dissertation & Theses Global (PQDT Global) авторитетная коллекция из более 3,5 млн. зарубежных диссертаций, более 1,7 млн. из которых представлены в полном тексте.

		«31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.proquest.com/products-services/pqdtglobal.html Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	
12	American Chemical Society	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № ACS/130 от 25.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.acs.org/content/acs/en.html Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society
13	American Institute of Physics (AIP)	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № AIP/130 от 24.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://scitation.aip.org/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP)
14	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Reaxys /130 от 10.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт –	Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически

		https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
15	Scopus	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Scopus/130 от 09.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.scopus.com . Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER
16	Ресурсы международной компании Clarivate Analytics	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № WoS/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.

17	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество)	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № RSC/130 от 08.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.
18.	Электронные ресурсы издательства SpringerNature	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+РФФИ) Информационное письмо РФФИ № 809 от 24.06.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт http://link.springer.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний. - Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols - Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) - Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме - Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH - Nano Database

19.	База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № CAS/130 от 23.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://scifinder.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.	SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.
20	Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ № исх.- 1294 от 09 10 2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.	«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2014-2018гг.

21	ЭБС «ЮРАЙТ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора – ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ», Договор № №29.01-3-2.0-1168/2018 от 11.01.2019 г. С «11» января 2019 г. по «»10» января 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС - https://biblio-online.ru/ Сумма договора – 220 000-00 руб. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Оборудование и основы проектирования предприятий по производству и обработке ювелирных кристаллов» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; учебная аудитория для проведения практических занятий, оснащенная распиловочными, подрезными и шлифовальными станками и печами.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты ограненных и кабошонированных ювелирных камней; комплекты расходных материалов для проведения практических занятий – сырьё природных и искусственных ювелирных камней и материалов; тигли и автоклавы.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине; альбомы и рекламные проспекты с основным геммологическим оборудованием.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания

				действия лицензии
1	Операционная система Microsoft Windows 10 Education (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching , соглашение от 31.01.2019 ICM-169788, номер подписки IM91021, действительно до 30.01.2021, счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021
2	Microsoft Visio Professional 2019 (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching , соглашение от 31.01.2019 ICM-169788, номер подписки IM91021, действительно до 30.01.2021, счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021
3	Антиплагиат.ВУЗ	Контракт от 14.06.2019 № 40-45Э/2019	не ограничено, лимит проверок 6000	14.06.2020

1. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Технология обработки.	Знает: – -Основные технологические схемы и основы проектирования производства при работе с природными и искусственными ювелирными материалами. – -Методы механической обработки, модифицирования, получения искусственных кристаллов и материалов ювелирной промышленности. – -Принципы проектирования и деятельности предприятий по производству ювелирных камней и материалов.	Оценка за контрольную работу №1 Оценка на экзамене Оценка за курсовой проект

	– Умеет: -Использовать оборудование для обработки ювелирных камней и материалов. - Модифицировать свойства ювелирных материалов. - Выбирать оптимальные технологии при обработке монокристаллов. Владеет: – Навыком обработки природных и искусственных монокристаллов.	
Раздел 2 Технология облагораживания.	Знает: – -Основные технологические схемы и основы проектирования производства при работе с природными и искусственными ювелирными материалами. – -Методы механической обработки, модифицирования, получения искусственных кристаллов и материалов ювелирной промышленности. – -Принципы проектирования и деятельности предприятий по производству ювелирных камней и материалов. – Умеет: -Использовать оборудование для обработки ювелирных камней и материалов. - Модифицировать свойства ювелирных материалов. - Выбирать оптимальные технологии при обработке монокристаллов. Владеет: – Навыком обработки природных и искусственных монокристаллов.	Оценка за контрольную работу №2 Оценка на экзамене Оценка за курсовой проект
Раздел 3. Технология искусственных ювелирных монокристаллов.	Знает: – -Основные технологические схемы и основы проектирования производства при работе с природными и искусственными ювелирными материалами. – -Методы механической	Оценка за контрольную работу №3 Оценка на экзамене

	обработки, модифицирования, получения искусственных кристаллов и материалов ювелирной промышленности. – -Принципы проектирования и деятельности предприятий по производству ювелирных камней и материалов. – Умеет: -Использовать оборудование для обработки ювелирных камней и материалов. - Модифицировать свойства ювелирных материалов. - Выбирать оптимальные технологии при обработке монокристаллов. Владеет: – Навыком обработки природных и искусственных монокристаллов.	Оценка за курсовой проект

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе
«Оборудование и основы проектирования предприятий по производству и обработке
ювелирных кристаллов»
основной образовательной программы

18.03.01 «Химическая технология»

Профиль – «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и
наноэлектроники»

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата»

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения, договоров с ЭБЦ и информационных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 1 от «31» августа 2019 г
2.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«Утверждаю»

ректор

(Руководитель образовательной организации)

А.Г. Мажуга

(Подпись)

(И.О. Фамилия)

«_____» _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Использование диаграмм фазовых равновесий при синтезе материалов
электроники и фотоники»
(Б1.В.ДВ.06.01)**

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной
техники и нанoeлектроники»

Квалификация – бакалавр

Программа одобрена
Методической комиссией
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«31» мая 2019 г.

Председатель _____ **Н.А. Макаров**
(Подпись) (И.О. Фамилия)

Москва 2019 г.

Программа составлена:
Заведующим кафедрой химии и технологии кристаллов, профессором
И.Х. Аветисовым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии кристаллов
РХТУ им.Д.И. Менделеева «21» мая 2019 г., протокол № 13.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины	4
2. Требования к результатам освоения дисциплины	4
3. Объем дисциплины и виды учебной работы	5
4. Содержание дисциплины	5
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	5
4.2. Содержание разделов дисциплины	5
5. Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины	6
6. Практические и лабораторные занятия	7
6.1. Практические занятия	7
6.2. Лабораторные занятия	7
7. Самостоятельная работа	8
8. Примеры оценочных средств для контроля освоения дисциплины	8
8.1. Примерная тематика расчетной работы	8
8.2. Примерная тематика рефератов	8
8.3. Примеры контрольных вопросов для оценки освоения дисциплины	8
8.4. Структура и примеры билетов для зачета	10
9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	11
9.1. Рекомендуемая литература	11
9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации	11
9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины	12
10. Методические указания для обучающихся	14
11. Методические указания для преподавателей	15
12. Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе	16
13. Материально-техническое обеспечение дисциплины	19
13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе	19
13.2. Учебно-наглядные пособия	19
13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства	19
13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы	19
13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения	19
14. Требования к оценке качества освоения программы	20
15. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	20

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники», в соответствии с рекомендациями Методической комиссии РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплин профиля на кафедре химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к вариативной части учебного плана, к блоку дисциплин по выбору (Б1.В.ДВ.06.01) и рассчитана на изучение дисциплины в 8 семестре обучения. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей химии, математики, физики, физической химии, кристаллографии.

Цель дисциплины — формирование у студентов бакалавриата представлений о топологии диаграмм фазовых равновесий и использования этой информации при разработке технологий материалов на основе фаз химических соединений с контролируемым отклонением от стехиометрии.

Основные задачи:

- ознакомление с теоретическими основами построения согласованных диаграмм фазовых равновесий бинарных и тройных систем;
- приобретение навыков применения сведений о диаграммах фазовых равновесий для выбора условий синтеза фаз химических соединений с заданным отклонением от стехиометрии.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины при подготовке бакалавров по направлению 18.03.01 «Химическая технология»; профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» способствует формированию следующих компетенций:

Профессиональных:

- способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа (**ПК-10**);
- готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления (**ПК-19**).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- термодинамические основы построения диаграмм фазовых равновесий;
- классификация основных типов диаграмм и взаимосвязь между ними;
- топологические особенности диаграмм с фазами химических соединений.

Уметь:

- анализировать первичную информацию для построения диаграмм фазовых равновесий;
- проводить оценку достоверности экспериментальных данных для разнородных диаграмм фазовых равновесий;
- согласовывать разнородные диаграммы

- достраивать недостающие проекции и сечения по кусочно-отрывочной информации и разнородным экспериментальным данным.

Владеть:

- терминологией при формировании словесного описания Р-Т-х диаграмм
- навыками построения Р-Т-х диаграмм бинарных систем, Р-Т, Т-Х и Р-Х проекций и сечений;
- навыками анализа ошибок при построении Р-Т-х диаграмм бинарных систем, Р-Т, Т-Х и Р-Х проекций и сечений на основе экспериментальных данных.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Дисциплина изучается в 8 семестре бакалавриата на базе знаний, полученных студентами на первых курсах. Контроль освоения студентами материала дисциплины осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144
Аудиторные занятия:	2	64
Лекции (Лек)	1	32
Практические занятия (ПЗ)	1	32
Самостоятельная работа (СР):	2	80
Контактная самостоятельная работа		0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		79,8
Вид контроля: зачет с оценкой	+	+

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	108
Аудиторные занятия:	2	48
Лекции (Лек)	1	24
Практические занятия (ПЗ)	1	24
Самостоятельная работа (СР):	2	60
Контактная самостоятельная работа		0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,85
Вид контроля: зачет с оценкой	+	+

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек-ции	Прак. Зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1	Термодинамические условия устойчивости фаз.	32	6	6	0	20
2	Общие сведения о диаграммах состояния	40	10	10	0	20

3	Основные типы невариантных равновесий в бинарных системах	36	8	8	0	20
4	P-T-X-U диаграммы тройных систем	36	8	8	0	20
	ИТОГО	144	32	32	0	80

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Термодинамические условия устойчивости фаз.

Понятие квазистатического процесса. Уравнение Гиббса-Дюгема. Гетерогенная система. Условия равновесия фаз в гетерогенной системе. Интенсивные и экстенсивные параметры. Сопряженные параметры. Вариантность гетерогенной системы. Уравнения связи. Условия устойчивого равновесия фазы и гетерогенной системы.

Раздел 2. Общие сведения о диаграммах состояния.

Физико-химическая сущность диаграммы состояния. Система координат. Вариантность систем, изображаемых на диаграмме состояния. Номенклатура диаграмм состояния. Цели качественного анализа диаграмм состояния.

Диаграммы состояния в координатах «интенсивный параметр 1 – интенсивный параметр 2». Вариантность систем, изображаемых линией и точкой. Общий вид диаграммы состояния. Число линий, исходящих из невариантной точки. Взаимное расположение линий, выходящих из невариантной точки. Правило Срейнемакерса. Соотношение между экстенсивными параметрами в точке экстремума линии. Точка обрыва линии.

Диаграммы состояния в координатах «интенсивный параметр – экстенсивный параметр». Вариантность систем, изображаемых на диаграмме. Определение конноды. Расчет числа линий на диаграммах.

Раздел 3. Основные типы невариантных равновесий в бинарных системах.

Невариантные равновесия 1 типа. Невариантные равновесия 2 типа. Нестехиометрические фазы и их отображение на P-X и P-T диаграммах. P-T-X диаграммы как совокупность закономерностей, определяющих условия синтеза кристаллов желаемого состава. Термодинамический анализ причин, определяющих вид области гомогенности и ее положение на диаграмме состояния.

Раздел 4. P-T-X-U диаграммы тройных систем.

Основные сведения о свойствах треугольника Гиббса. Построение изотермических сечений P-T-X-U диаграммы тройной системы. Моновариантный треугольник. Особенности триангуляция при построении изотермических сечений T-X-U проекции P-T-X-U диаграммы тройной системы.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ КОМПЕТЕНЦИЯМ БАКАЛАВРА

Компетенции	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
Знать:				
– термодинамические основы построения диаграмм фазовых равновесий;	+	+		
– классификация основных типов диаграмм и взаимосвязь между ними;	+	+	+	
– топологические особенности диаграмм с фазами химических соединений.		+		+
Уметь:				
– анализировать первичную информацию для		+		

построения диаграмм фазовых равновесий;				
– проводить оценку достоверности экспериментальных данных для разнородных диаграмм фазовых равновесий;		+		+
– согласовывать разнородные диаграммы;		+	+	
– достраивать недостающие проекции и сечения по кусочно-отрывочной информации и разнородным экспериментальным данным;		+	+	+
Владеть:				
– терминологией при формировании словесного описания Р-Т-х диаграмм	+	+	+	+
– навыками построения Р-Т-х диаграмм бинарных систем, Р-Т, Т-Х и Р-Х проекций и сечений		+	+	+
– навыками анализа ошибок при построении Р-Т-х диаграмм бинарных систем, Р-Т, Т-Х и Р-Х проекций и сечений на основе экспериментальных данных				+
Профессиональные компетенции:				
– способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа (ПК-10);	+	+		+
– готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления (ПК-19);		+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Использование диаграмм фазовых равновесий при синтезе материалов электроники и фотоники» в объеме 32 часа (1 зач. ед.). Практические занятия проводятся под руководством преподавателей и направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, расширение знаний в области теории кристаллизации.

Примерный перечень практических занятий

№ пп	Раздел	Темы практических занятий	Часы
1	1	Построение согласованных Т-Х и Р-Х проекций по известной Р-Т проекции бинарной системы	8
2	2	Построение Р-Т, Т-Х и Р-Х-проекций по текстовому описанию	8

3	3	Расчет процессов кристаллизации, исходя из анализа топологии Т-Х сечения бинарной системы	8
4	4	Построение изотермических Т-Х-У-сечений Р-Т-Х-У-диаграммы тройной системы	8

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по данной дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Использование диаграмм фазовых равновесий при синтезе материалов электроники и фотоники» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 80 акад. час., в том числе самостоятельное изучение разделов дисциплины и выполнение домашних заданий в объеме 50 акад. час., выполнение расчетной работы по дисциплине в объеме 20 акад. час., подготовку реферата по дисциплине в объеме 10 акад. час.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

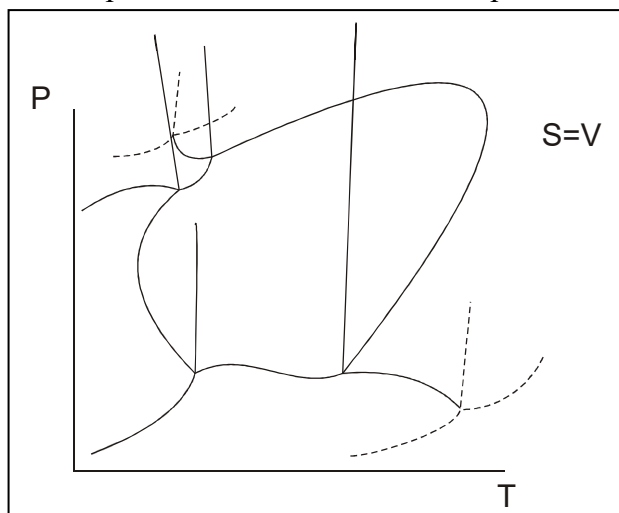
- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- выполнение расчетной работы по тематике дисциплины;
- подготовку реферата на основе проработки рекомендованной литературы и работы с электронно-библиотечными системами;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к сдаче зачета по дисциплине.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика расчетной работы

Расчетная работа по дисциплине выполняется в 8 семестре в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка расчетной работы – 50 баллов.

Тематика расчетной работы: «Построение Т-Х, Р-Х проекций и Т-Х, Р-Х сечений бинарных диаграмм, составляющих тройную Р-Т-Х-У диаграмму и построение изотермических сечений Т-Х-У проекции тройной системы».



Задание № 1

Построить изотермические сечения Т-х-у проекции и Р-Т проекцию тройной системы А-В-С (линии пара можно не показывать) и недостающие Р-Т и Т-Х проекции образующих тройную систему бинарных систем.

Бинарная система А-В представлена следующей Р-Т проекцией. Температура конгруэнтного плавления фазы АВ 1600 К. Температуры полиморфных перитектоидных реакций при полиморфных переходах составляют 900 К (со стороны избытка А) и 910 К (со стороны избытка В). Температуры

нонвариантных равновесий между чистыми компонентами и фазой АВ отличаются на 100 К от температур тройных точек чистых компонентов.

Бинарная система В-С с двумя химическими соединениями: ВС, плавящимся конгруэнтно (1500 К) и сублимирующем инконгруэнтно (1495 К), СВ₂, плавящимся инконгруэнтно (1000 К) и сублимирующем инконгруэнтно.

При этом со стороны компонента С эвтектическое равновесие вырождается при температуре на 1 К ниже температуры плавления компонента С (400 К). Со стороны компонента В имеет место перитектическое равновесие на 100 К превышающее температуру плавления чистого компонента В (700 К). Между фазой СВ и компонентом С имеет место монотектическое равновесие при температуре на 400 К превышающую температуру плавления компонента С. Тройная точка С по давлению лежит ниже тройных точек А и В.

В бинарной системе А-С со стороны обоих компонентов наблюдаются эвтектические равновесия, температура которых на 100 К ниже температур плавления чистых компонентов (температура плавления компонента А 950 К). В интервале составов 30-70 моль% имеет место ограниченный твердый раствор, который при температуре 1100 К прекращает свое существование в результате синтетического равновесия. Последнее имеет экстремум ликвидуса при температуре 1400 К.

В тройной системе образуются следующие тройные химические соединения.

Высокотемпературная полиморфная модификация фазы АВС₂ плавиться конгруэнтно при 1750 К. Полиморфный переход протекает при температурах на 200 К ниже температур плавления бинарных фаз АВ и СВ по перитектоидным реакциям со стороны всех компонентов. Низкотемпературная полиморфная модификация существует вплоть до самых низких температур. Между фазами бинарных соединений и фазой АВС₂ устанавливаются эвтектические равновесия с температурами на 150 К ниже температур плавления бинарных фаз АВ и СВ.

Фаза АВ₃С существует в интервале температур от температуры конгруэнтного плавления 1480 до 900 К. Ниже этой температуры устанавливается равновесия между фазой В₂С и фазой А₂В₄С. Последняя плавиться инконгруэнтно при 1040 К и существует вплоть до самых низких температур. Между фазой А₂В₄С и фазой СВ₂ при 700 К устанавливается эвтектическое равновесие. При этом тройная эвтектика смещена на 50 мол.% в сторону компонента В от сечения АС- СВ₂

8.2. Примерная тематика рефератов

Реферат по дисциплине выполняется в 8 семестре в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка реферата – 10 баллов.

Примерная тематика реферата:

- Автоматизированные системы для построения и анализа диаграмм фазовых равновесий.
- Современные базы данных по диаграммам фазовых равновесий.
- Способы представления информации о фазовых равновесиях в многокомпонентных химических системах.

8.3. Примеры контрольных вопросов для оценки освоения дисциплины

Итоговый контроль – зачет с оценкой

Итоговый контроль проводится в форме устного опроса (зачет с оценкой). Билет для проведения зачета содержит 2 вопроса. Максимальная оценка за каждый вопрос – 20 баллов. Общая оценка зачета складывается путем суммирования оценок за расчетно-реферативную работу (максимум 50 баллов), реферат (максимум 10 баллов) и ответ на зачете (максимум 40 баллов). Максимальная оценка зачета – 100 баллов.

Примеры контрольных вопросов

1. Основные понятия при анализе диаграмм фазовых равновесий в рамках химической термодинамики.
2. Условия равновесия фаз.
3. Правило фаз Гиббса.
4. Аналитическое описание двухфазных равновесий в одно- и двух-компонентных системах.
5. Законы Коновалова.
6. Законы Вревского.
7. Аналитическое описание трехфазных равновесий в двухкомпонентной системе.
8. P - T диаграмма состояния однокомпонентной системы.
9. Объемная P - T - x диаграмма двухкомпонентной системы. Идеальные системы.
10. P - T , T - x и P - x -проекции P - T - x диаграммы двухкомпонентной системы.
11. $(T-x)_P$ - и $(P-x)_T$ -сечения P - T - x диаграммы двухкомпонентной системы.
12. Конденсированные и неконденсированные системы. Сопоставление терминов « T - x -проекция», « T - x диаграмма», « $(T-x)_P$ -сечение», «Диаграмма плавкости».
13. Конгруэнтные и инконгруэнтные фазы. Конгруэнтные и инконгруэнтные фазовые процессы.
14. P - T - x диаграмма двухкомпонентной системы, не образующей химическое соединение и с неограниченной растворимостью во всех фазах. Неидеальные системы. Двухфазные равновесия.
15. Расслаивание. Эвтектические и перитектические системы..
16. P - T - x диаграмма состояния двухкомпонентной системы, не образующей химическое соединение и с ограниченной растворимостью в твердых фазах.
17. Понятия «стехиометрия», «отклонение от стехиометрии», «область гомогенности».
18. Нестехиометрия и дефекты кристаллических соединений.
19. Факторы, определяющие величину области гомогенности.
20. Положение стехиометрического состава относительно центра области гомогенности.
21. P - T - x диаграмма двухкомпонентной системы, образующей химическое соединение.
22. T - x - проекция P - T - x диаграммы состояния двухкомпонентной системы, образующей химическое соединение.
23. Вывод T - x - проекции с помощью G - P - T - x диаграммы.
24. Нонвариантные точки трехфазного равновесия «твердое соединение S_{AB} + расплав + пар».
25. Несовпадение состава фаз при максимальной температуре плавления бинарного химического соединения АВ
26. Конгруэнтные и инконгруэнтные фазы. Конгруэнтные и инконгруэнтные фазовые процессы с участием химического соединения АВ.
27. P - T -проекция P - T - x диаграммы двухкомпонентной системы, образующей конгруэнтно плавящееся химическое соединение.
28. Линии конгруэнтной сублимации $S_{AB}=V$ и конгруэнтного плавления $S_{AB}=L$.
29. P - x -проекция P - T - x диаграммы двухкомпонентной системы, образующей конгруэнтно плавящееся химическое соединение.
30. Изобарические $(T-x)_P$ -сечения P - T - x диаграммы двухкомпонентной системы, образующей конгруэнтно плавящееся химическое соединение.
31. Изотермические $(P-x)_T$ -сечения P - T - x диаграммы двухкомпонентной системы, образующей конгруэнтно плавящееся химическое соединение.
32. Типы P - T - x диаграмм состояния систем, образующих конгруэнтно плавящееся соединение АВ.
33. P - T - x диаграмма двухкомпонентной системы, образующей инконгруэнтно плавящееся соединение АВ.

34. T - x -проекция P - T - x диаграмма двухкомпонентной системы, образующей инконгруэнтно плавящееся соединение АВ.
35. P - T - и P - x -проекции P - T - x диаграмма двухкомпонентной системы, образующей инконгруэнтно плавящееся соединение АВ.
36. $(P-x)_T$ - и $(T-x)_P$ - сечения P - T - x диаграмма двухкомпонентной системы, образующей инконгруэнтно плавящееся соединение АВ.
37. Типы P - T - x диаграмм двухкомпонентных систем, образующих инконгруэнтно плавящееся соединение.
38. Диаграмма парциальное давление компонентов – температура – состав двухкомпонентной системы, образующей соединение.
39. Концентрационная зависимость парциальных давлений компонентов в области гомогенности твердой фазы S_{AB} . $(p_i-x)_T$ - и $(P_{\text{общ}}-x)_T$ -сечения.
40. Типы твердых фаз в трехкомпонентных системах.
41. T - x - y диаграмма трехкомпонентной системы $A-B-C$ с неограниченной растворимостью в твердой и жидкой фазах.
42. Строение пространственной T - x - y проекции P - T - x - y диаграммы.
43. Фазовые диаграммы трехкомпонентных систем, не образующих химических соединений и с ограниченной растворимостью в твердой фазе (диаграммы с простой эвтектикой)

8.4. Структура и пример билетов к экзамену

Билет к зачету состоит из 2 вопросов. Первый вопрос билета предусматривают развернутые ответы студента по разделу 1 или 2, второй – по разделу 3 или 4. Ответы на вопросы билета оцениваются из 40 баллов (максимальная оценка) следующим образом: первый вопрос – максимально по 20 баллов, второй вопрос – максимально 20 баллов. Общая оценка экзамена складывается путем суммирования оценок текущего контроля по разделу 1 и ответа на зачете. Максимальная оценка на зачете – 100 баллов.

Пример билета к зачету

«Утверждаю» Зав.кафедрой _____ 2019 И.Х. Аветисов _____	МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии кристаллов
	Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники»
	Использование диаграмм фазовых равновесий при синтезе материалов электроники и фотоники
Билет № 1 1. Конгруэнтные и инконгруэнтные фазы. Конгруэнтные и инконгруэнтные фазовые процессы с участием химического соединения АВ. 2. T-x-y диаграмма трехкомпонентной системы $A-B-C$ с неограниченной растворимостью в твердой и жидкой фазах.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. В. П. Зломанов, И. Х. Аветисов, Е. Н. Можевитина. Физическая химия твердого тела. Р–Т–х диаграммы фазовых равновесий Учебное пособие, М., РХТУ, 2019, 184 с.
2. В.П.Зломанов Фазовые равновесия. Химия дефектов в кристалле. Учебное пособие, М.: МГУ, 2011, 114с.
3. И.Х.Аветисов, Е.Н. Можевитина О.Б. Петрова, Построение Р-Т-х диаграмм фазовых равновесий. Задачник, М., РХТУ, 2014, 68 с.

Б. Дополнительная литература

1. Ковтуненко П.В. Физическая химия твердого тела. Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 1993, 352 с.
2. Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения. М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2011 400с

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия 19С «Химия»
- Журнал Неорганические материалы. ISSN: : 0002-337X
- Журнал Физика твердого тела. ISSN: 0367-3294
- Журнал Известия ВУЗов. Материалы электронной техники. ISSN: 1609-3577
- Journal of Solid State Chemistry. ISSN: 0022-4596.
- Physica Status Solidi A. ISSN: 1862-6300
- Рекламные материалы ведущих производителей кристаллов и материалов электронной техники.

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

Интернет - ресурсы:

- <https://www.thermocalc.com/> Thermo-Calc Software - Computational Materials Engineering
 - <http://thermodata.free.fr/> Thermodynamics - thermodynamique
 - <http://www.portalnano.ru/> - Нанотехнологии и наноматериалы. Федеральный интернет-портал
 - <http://www.nsknano.ru/> - Новосибирские Наноматериалы
 - www.14000.ru - Информационный сайт по системам экологического менеджмента, энерго- и ресурсоэффективным технологиям производства
 - www.centerprioritet.ru – СМЦ «Приоритет» - техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания
 - <http://www.nanometer.ru/> - "Нанометр" - нанотехнологическое сообщество
 - <http://plasma.karelia.ru/pub/nano-kurs/> - «Нано Технологии»
 - <http://www.nanonewsnet.ru/> - Нанотехнологии Nano news net | Сайт о нанотехнологиях #1 в России
 - <http://nano-portal.ru/> - Нано Портал - Нанотехнологии России
 - <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx> - Scientific research. Open Access
 - <http://www.superhimik.com/forum.htm> - Золотые купола химии
 - <http://www.intechopen.com/> - In Tech. Open Science
 - <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета.
- Поиск книг и журналов
- http://www.twirpx.com/files/chidnustry/chemistry_tech/silicate/ - Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов
 - www.sciyo.com - Welcome to Sciyo! Read, download & share more than 273 FREE SCIENTIFIC BOOKS

- <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://lib.msu.su> - Научная библиотека Московского государственного университета
- <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
- <http://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах
- <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
- <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека
- <http://lcweb.loc.go> - Библиотека Конгресса США

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 18, (общее число слайдов – 240);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 80);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 43).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 09.04.2019).
- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/93/91/5> (дата обращения: 09.04.2019).
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 09.04.2019).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 09.04.2019).
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 01.04.2019).
- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://i-exam.ru/> (дата обращения: 09.04.2019).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Методические рекомендации по организации учебной работы студента, обучающегося в бакалавриате, направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине «Использование диаграмм фазовых равновесий при синтезе материалов электроники и фотоники». При изучении материала рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

Рабочая программа дисциплины предусматривает выполнение расчетной работы, а также подготовку и написание реферата по тематике дисциплины в 8 семестре обучения. Эти работы выполняются в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу.

Целью выполнения расчетной работы и подготовки реферата является закрепление полученных знаний по дисциплине, расширение эрудиции и кругозора студента в области современных технологий стекол и стеклоизделий, развитие его творческого потенциала и самостоятельного мышления.

В задачи выполнения расчетной работы входит получение навыков построения взаимосогласованных Т-Х и Р-Х проекций по известной Р-Т проекции и данных о составе фаз химических соединений. В задачи подготовки реферата входит приобретение навыков работы с информационными ресурсами, получение опыта изложения, обработки, анализа результатов исследования, формулирования выводов по работе, знакомство с правилами оформления научных рефератов.

Расчетная работа и реферат выполняются в форме самостоятельного исследования по индивидуальной тематике.

При выполнении указанных видов самостоятельной работы студент должен руководствоваться следующими основными принципами:

1 – сочетание в работе, с одной стороны, общепризнанных теоретических и практических положений и сведений, с другой, – результатов новейших разработок в области технологии стекла;

2 – творческий аналитический подход к собранным материалам, исключающий их простое перечисление и изложение.

Выполнение работ в первую очередь ориентировано на самостоятельную работу студента с информационными ресурсами – учебной, научно-технической, справочной и патентной литературой, ресурсами Интернета, базами данных, рекламной продукцией фирм-производителей. Доступ к указанным ресурсам обеспечивается фондами научно-технической библиотеки вуза и городских научно-технических библиотек, электронными библиотеками и поисковыми системами Интернета, материалами тематических выставок и научно-технических конференций. При оформлении расчетной работы и реферата следует ориентироваться на требования ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

Содержание и оформление работ оценивается в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка расчетной работы составляет 50 баллов и реферата составляет 10 баллов (в совокупности 60 баллов). Максимальная оценка текущей работы в каждом семестре составляет 60 баллов.

В соответствии с учебным планом изучение материала заканчивается контролем его освоения в форме зачета с оценкой. Изучение всей дисциплины завершается итоговым контролем в форме зачета с оценкой. Максимальная оценка на зачете составляет 40 баллов.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Дисциплина «Использование диаграмм фазовых равновесий при синтезе материалов электроники и фотоники» изучается в 8 семестре бакалавриата.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен учитывать, что студенты, обучающиеся в бакалавриате, имеют определенную подготовку по специальным дисциплинам профиля, полученную ими при обучении в бакалавриате, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал дисциплины должен быть ориентирован на современную трактовку изучаемых вопросов, отличаться широтой и глубиной их проработки, включать элементы научной дискуссии. Необходимо обращать внимание студентов на обоснование круга рассматриваемых вопросов, формулировки главных положений и определений, практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться связь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Использование диаграмм фазовых равновесий при синтезе материалов электроники и фотоники», является формирование у студентов широкого кругозора и эрудиции в области проблем получения материалов и формирования на их основе гетерофазных пленочных структур. Преподаватель должен акцентировать внимание студентов на вопросах получения и оценке различных типов полупроводниковых материалов в форме поли- монокристаллов и пленочных гетерофазных структур. При проведении занятий желательно обращаться к опыту ведущих ученых, использовать их научно-информационные и рекламные материалы, проводить сравнительный анализ результатов передовых научных исследований в данной области.

В разделе «Общие вопросы технологии гетерофазных структур» следует остановиться на тенденциях в области современных технологий изготовления гетерофазных тонкопленочных структур с контролируемым дефектным составом.

Основная задача раздела «Технология линейных гетерофазных структур» заключается в анализе информации о технологии интегральных схем, приборов воспроизведения изображения, светодиодных тонкопленочных структур на основе органических электролюминофоров.

В разделе «Технология объемных гетерофазных структур на примере керамических мишеней для магнетронного и электронно-лучевого распыления» следует изложить материал о технологиях легирования порошковых препаратов, изготовления керамических мишеней для магнетронного и электронно-лучевого распыления.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по дисциплине является широкое использование иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники. Иллюстративный материал включает презентации по разделам дисциплины, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам дополнительную литературу по тематике занятия. Желательно стимулировать студентов к самостоятельной работе с литературными источниками, задавая вопросы и организуя их обсуждение в аудитории.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной

литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 составляет 1 708 372 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-827/2018 от 26.09.2018 г. Сумма договора – 357 000-00 С «26» сентября 2018г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань" — ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в которых интегрированы бесплатные сервисы для незрячих студентов и синтезатор речи. Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва "Лань", Национальный Открытый Университет"ИНТУИТ",
	ЭБС «ЛАНЬ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10	

		от 26.09.2019г. Сумма договора – 642 083-68 С «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	"Инженерно-технические науки" изд-ва "Лань". Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», Инженерно-технические науки" изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» изд-ва Дашков и К. А также отдельные издания в соответствии с Договором.
2.	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».	Принадлежность сторонняя. Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 111-142ЭА/2018 от 18.12.2018 г. Сумма договора – 547 511 руб. С «01» января.2019 г. по «31»	Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД

		декабря 2019 г. Ссылка на сайт ЭБС – http://reforma.kodeks.ru/reforma/ Количество ключей – 5 лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.	
4	Электронная библиотека диссертаций (ЭБД).	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – РГБ, Договор № 29.01-Р-2.0- 826/2018 от 03.10.2018 г. Сумма договора - 299130-00 С «15» октября 2018 г. по «14» июля 2019 г. Ссылка на сайт ЭБС – http://diss.rsl.ru/ Количество ключей – 10 лицензий + распечатка в ИБЦ.	В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.
5	ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru».	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ», договор № 29.01-Р- 2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г. Сумма договора - 934 693-00 С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip- адресам неограничен.	Электронные версии периодических и непериодических изданий по различным отраслям науки

6	БД ВИНТИ РАН	Принадлежность сторонняя Договор № 5Д/2018 от 01.02.2018 г. Сумма договора - 24000-00 С «02» февраля 2018 г. по «05» мая 2019 г. Ссылка на сайт- http://www.viniti.ru/ Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.	Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНИТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов
7	Справочно- правовая система «Консультант+»,	Принадлежность сторонняя, Договор № 45-70ЭА/2018 от 09.07.2018 г. С «10» июля 2018 г. по «09» июля 2019 г. Ссылка на сайт- http://www.consultant.ru/ Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
8	Справочно- правовая система «Гарант»	Принадлежность сторонняя Договор №145-188ЭА/2018 г. от 28.01.2019 г. С «28» января 2019 г. по «27» января 2020 г. Ссылка на сайт – http://www.garant.ru/ Сумма договора - 512000-00 Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.	Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
9	Издательство Wiley	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Wiley/130 от 10.10.2019 г.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.

		С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	
10	QUESTEL ORBIT	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Questel/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.questel.orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.
11	ProQuest Dissertation and Theses Global	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № ProQuest/130 от 09.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.proquest.com/products-services/pqdtglobal.html Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	База данных ProQuest Dissertation & Theses Global (PQDT Global) авторитетная коллекция из более 3,5 млн. зарубежных диссертаций, более 1,7 млн. из которых представлены в полном тексте.
12	American Chemical Society	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № ACS/130 от 25.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г.	Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society

		Ссылка на сайт – http://www.acs.org/content/acs/en.html Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	
13	American Institute of Physics (AIP)	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № AIP/130 от 24.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://scitation.aip.org/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP)
14	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Reaxys /130 от 10.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
15	Scopus	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Scopus/130 от 09.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.scopus.com.	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER

		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	
16	Ресурсы международной компании Clarivate Analytics	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № WoS/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.
17	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № RSC/130 от 08.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.

18.	Электронные ресурсы издательства SpringerNature	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+РФФИ) Информационное письмо РФФИ № 809 от 24.06.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт http://link.springer.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний. - Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols - Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) - Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме - Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH - Nano Database
19.	База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № CAS/130 от 23.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://scifinder.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.	SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.

20	Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ № исх.- 1294 от 09 10 2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.	«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2014-2018гг.
21	ЭБС «ЮРАЙТ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора – ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ», Договор № №29.01-3-2.0-1168/2018 от 11.01.2019 г. С «11» января 2019 г. по «»10» января 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС - https://biblio-online.ru/ Сумма договора – 220 000-00 руб. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Использование диаграмм фазовых равновесий при синтезе материалов электроники и фотоники» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками стекол и стеклоизделий.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Операционная система Microsoft Windows 10 Education (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching, соглашение от 31.01.2019 ICM-169788, номер подписки IM91021, действительно до 30.01.2021, счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021
2	Microsoft Visio Professional 2019 (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching, соглашение от 31.01.2019 ICM-169788, номер подписки IM91021, действительно до 30.01.2021, счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Термодинамические условия устойчивости фаз.	<i>Знает:</i> - термодинамические основы построения диаграмм фазовых равновесий; - классификация основных типов диаграмм и	Оценка за расчетную работу Оценка за реферат

	взаимосвязь между ними; <i>Владеет:</i> - терминологией при формировании словесного описания Р-Т-х диаграмм	Оценка за зачет
Раздел 2. Общие сведения о диаграммах состояния	<i>Знает:</i> - термодинамические основы построения диаграмм фазовых равновесий; - классификация основных типов диаграмм и взаимосвязь между ними; - топологические особенности диаграмм с фазами химических соединений. <i>Умеет:</i> - анализировать первичную информацию для построения диаграмм фазовых равновесий; - проводить оценку достоверности экспериментальных данных для разнородных диаграмм фазовых равновесий; - согласовывать разнородные диаграммы - достраивать недостающие проекции и сечения по кусочно-отрывочной информации и разнородным экспериментальным данным. <i>Владеет:</i> - терминологией при формировании словесного описания Р-Т-х диаграмм - навыками построения Р-Т-х диаграмм бинарных систем, Р-Т, Т-Х и Р-Х проекций и сечений;	Оценка за расчетную работу Оценка за реферат Оценка за зачет
Раздел 3. Основные типы невариантных равновесий в бинарных системах	<i>Знает:</i> - классификация основных типов диаграмм и взаимосвязь между ними; <i>Умеет:</i> - согласовывать разнородные диаграммы - достраивать недостающие проекции и сечения по кусочно-отрывочной информации и разнородным экспериментальным данным. <i>Владеет:</i> - терминологией при формировании словесного описания Р-Т-х диаграмм - навыками построения Р-Т-х диаграмм бинарных систем, Р-Т, Т-Х и Р-Х проекций и сечений;	Оценка за расчетную работу Оценка за реферат Оценка за зачет
Раздел 4. Р-Т-Х-У диаграммы тройных систем	<i>Знает:</i> - топологические особенности диаграмм с фазами химических соединений. <i>Умеет:</i> - проводить оценку достоверности экспериментальных данных для разнородных диаграмм фазовых равновесий; - достраивать недостающие проекции и сечения по кусочно-отрывочной информации и разнородным экспериментальным данным. <i>Владеет:</i>	Оценка за расчетную работу Оценка за реферат Оценка за зачет

	- терминологией при формировании словесного описания Р-Т-х диаграмм - навыками построения Р-Т-х диаграмм бинарных систем, Р-Т, Т-Х и Р-Х проекций и сечений; - навыками анализа ошибок при построении Р-Т-х диаграмм бинарных систем, Р-Т, Т-Х и Р-Х проекций и сечений на основе экспериментальных данных.	

15 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья на основании письменного заявления обучение по дисциплине реализуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее-индивидуальных особенностей); обеспечивается соблюдение следующих общих требований: использование специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего такому обучающемуся необходимую техническую помощь, обеспечение доступа в здания и помещения, где проходит учебный процесс, другие условия, без которых невозможно или затруднено изучение дисциплины.

Обеспечивается соблюдение следующих общих требований: проведение обучения по дисциплине для студентов-инвалидов лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся; присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего(их) обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей; пользование необходимыми обучающимся техническими средствами с учетом их индивидуальных особенностей.

Все локальные нормативные акты РХТУ им. Д. И. Менделеева по вопросам реализации дисциплины (модуля) практики, доводятся до сведения обучающихся с ограниченными возможностями здоровья в доступной для них форме.

Продолжительность прохождения промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности увеличивается по письменному заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья; продолжительность экзамена и (или) зачета, проводимого в письменной форме, увеличивается не менее чем на 0,5 часа;

продолжительность подготовки обучающегося к ответу на экзамене и (или) зачете, проводимом в письменной форме, – не менее чем на 0,5 часа; продолжительность ответа обучающегося при устном ответе увеличивается не более чем на 0,5 часа.

**Дополнения и изменения к рабочей программе
«Использование диаграмм фазовых равновесий при синтезе материалов
электроники и фотоники»
основной образовательной программы**

18.03.01 «Химическая технология»

Профиль – «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и
наноэлектроники»

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата»

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения, договоров с ЭБЦ и информационных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 1 от «31» августа 2019 г
2.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«Утверждаю»

ректор

(Руководитель образовательной организации)

А.Г. Мажуга

(Подпись)

(И.О. Фамилия)

«_____» _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Геммология»

(Б1.В.ДВ.06.02)

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной
техники и нанoeлектроники»

Квалификация – бакалавр

Программа одобрена
Методической комиссией
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«31» мая 2019 г.

Председатель _____ **Н.А. Макаров**
(Подпись) (И.О. Фамилия)

Москва 2019 г.

Программа составлена:
ассистентом кафедры химии и технологии кристаллов,
Э.А. Ахметшиным

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии кристаллов
РХТУ им.Д.И. Менделеева «21» мая 2019 г., протокол № 13.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины	4
2. Требования к результатам освоения дисциплины	4
3. Объем дисциплины и виды учебной работы	5
4. Содержание дисциплины	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	6
4.2. Содержание разделов дисциплины	6
5. Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины	7
6. Практические и лабораторные занятия	8
6.1. Практические занятия	8
6.2. Лабораторные занятия	9
7. Самостоятельная работа	9
8. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	9
8.1. Примерная тематика рефератов	9
8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины	9
8.3. Примеры контрольных вопросов для оценки освоения дисциплины	12
8.4. Структура и примеры экзаменационных билетов	13
9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	14
9.1. Рекомендуемая литература	14
9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации	14
9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины	15
10. Методические указания для обучающихся	16
11. Методические указания для преподавателей	17
12. Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе	18
13. Материально-техническое обеспечение дисциплины	20
13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе	20
13.2. Учебно-наглядные пособия	20
13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства	20
13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы	20
13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения	20
14. Требования к оценке качества освоения программы	22

15	Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	23
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1	25

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники», в соответствии с рекомендациями методической комиссии РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплин профиля на кафедре химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к вариативной части учебного плана, к блоку элективных дисциплин (Б1.В.ДВ.06.02) и рассчитана на изучение дисциплины в 8 семестре обучения. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей химии, математики, физики, физической химии, кристаллографии, минералогии, физической электроники.

Цель дисциплины – обучение студентов основным знаниям, умениям, навыкам в диагностики и классификации ювелирных камней, материалов с позиции физхимии твердого тела и геммологии. В разделах дисциплины раскрываются основные понятия геммологии как науки о ювелирных камнях, даны различные типы классификаций (геммологическая, промышленная, технологическая и др.), приведены основные методы диагностики и изучения природных монокристаллов, дано детальное описание природных монокристаллов в соответствии с современной систематикой. В продолжение программы обучения осуществляется переход в изложении материала курса от природных к так называемым модифицированным (облагороженным) природным и искусственным монокристаллам и материалам

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины при подготовке бакалавров по направлению 18.03.01 «Химическая технология»; профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» способствует формированию следующих компетенций:

Профессиональных:

- способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа (**ПК-10**);
- готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления (**ПК-19**).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- Современные физико-химические методы исследования и диагностики ювелирных камней.
- Общие принципы классификации природных, драгоценных монокристаллических камней и знать их группы.
- Оценочные параметры ювелирных камней и принципы сертификации.

Уметь:

- Пользоваться геммологическими приборами и определять свойства ювелирных камней.
- Определять качественные характеристики природных драгоценных монокристаллов.

Владеть:

- Навыками диагностики природных монокристаллов по совокупности свойств.
- Навыками определения физических и химических свойств природных и искусственных ювелирных камней и материалов, а так же определять их качественные характеристики.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс изучается в 8 семестре бакалавриата на базе знаний, полученных студентами на первом-третьем курсе. Контроль освоения студентами материала курса осуществляется путем проведения экзамена и защиты курсового проекта.

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144
Аудиторные занятия:	2	64
Лекции (Лек)	1	32
Практические занятия (ПЗ)	1	32
Самостоятельная работа (СР):	2	80
Контактная самостоятельная работа		0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		79,8
Вид контроля: зачет с оценкой	+	+

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	108
Аудиторные занятия:	2	48
Лекции (Лек)	1	24
Практические занятия (ПЗ)	1	24
Самостоятельная работа (СР):	2	60
Контактная самостоятельная работа		0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,85
Вид контроля: зачет с оценкой	+	+

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек-ции	Прак. Зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1	Введение в геммологию	32	6	6	0	20
2	Природные ювелирные монокристаллы	40	10	10	0	20
3	Модифицированные природные монокристаллы	36	8	8	0	20
4	Искусственные аналоги природных монокристаллов и их имитации	36	8	8	0	20
	ИТОГО	144	32	32	0	80

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение в геммологию.

1. Введение. Природные драгоценные монокристаллы как объект исследования геммологии. Цели и задачи, объекты и методы исследований (визуальные, инструментальные), приборы, аппаратура.
2. Принципы классификации природных драгоценных монокристаллов, современные классификации. Понятие «драгоценный камень» в различных аспектах. Правила CIBJO (Международная конференция по ювелирным камням, изделиям из серебра, алмазам и жемчугу). Отношение России к CIBJO.
3. Физико-химические свойства природных драгоценных монокристаллов (цвет, блеск, твердость, плотность, оптические свойства, абсорбция, особенности), визуальные и инструментальные методы диагностики. Приборы, аппаратура (микроскоп, иммерсионный микроскоп, полярископ, рефрактометр, спектроскоп, дихроскоп, УФ-лампа). Центры окраски, спектрофотометрия и оценка цвета по системе GIA.

Раздел 2. Природные ювелирные монокристаллы.

1. Природные ювелирные камни (геммологическая характеристика, методы идентификации, месторождения): алмаз, прозрачные (ограночные) ювелирные камни (гр. корунда, гр. берилла, хризоберилл, шпинель, гр. граната, гр. кварца и др.); непрозрачные
2. Ювелирно-поделочные камни: благородный опал, бирюза, нефрит, жадеит, хризопраз, лазурит и др.
3. Органогенные ювелирные материалы (жемчуг, перламутр, янтарь, коралл и др.); геммологическая характеристика, методы диагностики.

Раздел 3. Модифицированные природные монокристаллы.

Облагораживание природных драгоценных монокристаллов. Методы модифицирования и диагностические признаки облагораживания, способы распознавания облагороженных камней.

Раздел 4. Искусственные аналоги природных монокристаллов и их имитации.

1. Промышленный рост искусственных аналогов природных монокристаллов, требования к выпускаемой продукции. Историческая справка о развитии промышленного синтеза и роста драгоценных камней, основные методы роста.
2. Области применения искусственных аналогов природных камней, их достоинства и преимущества перед природными камнями.
3. Наиболее широко распространенные искусственные ювелирные камни, их геммологическая характеристика, методы идентификации, ключевые диагностические признаки отличия искусственных ювелирных камней от природных. Фирмы-поставщики.
4. Имитации. Виды имитаций (из природных, искусственных материалов, составные камни); способы и методы распознавания имитаций.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ

К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Компетенции	модули			
	1	2	3	4
<i>Знать:</i>				
современные методы исследования и диагностики ювелирных камней	+	+	+	+
общие принципы классификации природных, драгоценных монокристаллических камней и знать их группы	+	+	+	+
диагностические признаки и критерии природных и искусственных ювелирных монокристаллов	+	+	+	+
<i>Уметь:</i>				
пользоваться геммологическими приборами и определять свойства ювелирных камней.	+	+	+	+
определять качественные характеристики природных и искусственных монокристаллов визуально и методами детальных исследований	+	+	+	+
<i>Владеть:</i>				
навыками определения физических и химических свойств природных и искусственных ювелирных монокристаллов на макро- и микроуровне	+	+	+	+
<i>Профессиональные компетенции:</i>				
– способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа (ПК-10) ;	+	+	+	+
– готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления (ПК-19) ;	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и наноэлектроники» предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Геммология» в объеме 32 часов (1 зач. ед.). Практические занятия проводятся под руководством преподавателей и направлены на формирование понимания по применению теоретических знаний на практике и закрепления полученного навыка по использованию геммологического оборудования, и его особенностей; определение качественных характеристик технических и ювелирных кристаллов и материалов.

Примерный перечень практических занятий:

№ пп	Раздел	Темы практических занятий	Часы
1	1	Геммологические мини лаборатории: особенности использования, методы юстировки и контроля	6

		измеряемых параметров. Использование отдельных приборов и всего комплекса. Инструментальные методы детальных исследования технических и ювелирных кристаллов.	
2	1.	Определение цветовых характеристик ювелирных кристаллов по системе Gemset GIA и спектрометрические данные.	6
3	2	Определение качественных характеристик технических и ювелирных монокристаллов. Сравнительный анализ.	6
4	3	Модифицирование свойств кристаллов. Изменение цветовых и качественных характеристик природных и искусственных ювелирных камней физико-химическими методами. Практические приметы и опыт их применения.	7
5	4	Идентификация, ключевые диагностические признаки отличия искусственных и природных ювелирных камней и материалов.	7

6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» не предусмотрено проведение лабораторных работ по дисциплине «Геммология».

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины «Геммология» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 80 акад. час. (в 8 семестре), выполнение реферата в объеме 16 акад. час. (в 8 семестре).

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- выполнение реферата;
- наработка навыка по определению ювелирных камней с применением геммологического оборудования;
- работа с учебной коллекцией ювелирных камней и материалов;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов таких как Gem & Gemology и др.;
- посещение отраслевых выставок – «Симфония самоцветов», «Самоцветный развал», «Недра», музеев соответствующего профиля – «Самоцветы», семинаров по геммологии и технологической геммологии, конференций различного уровня «Неделя горняка», «Новое в науках о земле» и т.д.;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче зачета по курсу.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика рефератов

Реферат оценивается из максимума в 20 баллов

1. Сертификация изумруда.
2. Природные и искусственные сапфиры. Сравнительный анализ.
3. Сапфиры-фэнси и их место на рынке ювелирных камней.
4. Нетрадиционные ювелирные камни.
5. Данбурит. Полный геммологический обзор.
6. Фенакит. Полный геммологический обзор.
7. Имитации бриллиантов и их диагностика.
8. Система оценки цвета в геммологии.
9. Жадеит. Классификация и оценочные критерии.
10. Ювелирные материалы органогенного происхождения.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Текущий контроль знаний осуществляется посредством 4 контрольных работ, которые выполняются после прохождения соответствующего раздела дисциплины. Основная часть программы «Геммология», включающей 4 раздела, завершается зачетом с оценкой.

Контрольная 1 по темам 1 раздела. Ориентировочные краткие вопросы.
Максимальная оценка – 10 баллов.

1. Предмет исследования современной геммологии, её задачи и методы. Инструментальные методы исследования монокристаллов (перечисление, с указанием качества точности) (микроскоп, иммерсионскоп, полярископ, рефрактометр, спектроскоп, дихроскоп, УФ-лампа)
2. Современная классификация ювелирных камней – геммологическая, промышленная и технологическая.
3. Правила СИБЮ. Особенности и применение правил производства, торговли и оборота ювелирных камней в России. Отношение России к СИБЮ. Применение терминов в геммологии.
4. Физико-химические свойства природных драгоценных монокристаллов (цвет, блеск, твердость, плотность, оптические свойства, абсорбция, особенности), (микроскоп, иммерсионскоп, полярископ, рефрактометр, спектроскоп, дихроскоп, УФ-лампа)
5. Определение оценочных параметров ювелирных камней. Цвет. Определение цветовых характеристик ювелирных кристаллов по системе Gemset GIA и спектрометрические данные и их анализ. Определение цветовых координат в системе RGB.

Контрольная 2 по темам 2 раздела. Ориентировочные краткие вопросы.
Максимальная оценка – 10 баллов.

1. Природные ювелирные камни и материалы. Отличительные особенности, распространенность и представление о генезисе. Месторождения, методы добычи и рынки природных ювелирных камней.
2. Алмазы и бриллианты. Разновидности, минералого-кристаллографическая характеристика, методы идентификации, месторождения. Сравнительный анализ

природных и искусственных разновидностей. Признаки модифицирования разновидностей. Особенности торговли и рынков его разновидностей.

3. Ювелирные камни группы корунда: разновидности, минералогическая характеристика, методы идентификации, месторождения. Сравнительный анализ природных и искусственных разновидностей. Признаки модифицирования разновидностей. Особенности торговли и рынков его разновидностей.

4. Ювелирные камни группы берилла: разновидности, минералогическая характеристика, методы идентификации, месторождения. Сравнительный анализ природных и искусственных разновидностей. Признаки модифицирования разновидностей. Особенности торговли и рынков его разновидностей.

5. Ювелирные камни группы граната: разновидности, минералогическая характеристика, методы идентификации, месторождения. Сравнительный анализ природных и искусственных разновидностей. Признаки модифицирования разновидностей. Особенности торговли и рынков его разновидностей.

6. Ювелирные камни группы кварца и опалы: разновидности, минералогическая характеристика, методы идентификации, месторождения. Сравнительный анализ природных и искусственных разновидностей. Признаки модифицирования разновидностей. Особенности торговли и рынков его разновидностей.

7. Шпинель, хризоберилл, оливин. Характеристика, методы идентификации, месторождения. Природные камни и их искусственные аналоги.

8. Топаз, турмалин, диопсид. Характеристика, методы идентификации, месторождения. Природные камни и экспериментальные данные по попыткам их лабораторного получения.

9. Циркон, сподумен, полевые шпаты. Характеристика, методы идентификации, месторождения. Природные камни и экспериментальные данные по попыткам их лабораторного получения.

10. Нетрадиционные ювелирные камни (данбурит, фенакит, апатит и др.). Характеристика, методы идентификации, месторождения. Природные камни и экспериментальные данные по попыткам их лабораторного получения.

11. Ювелирно-поделочные и поделочные камни. Разновидности, минералогическая характеристика, методы идентификации, месторождения. Признаки модифицирования разновидностей. Особенности торговли и рынков их разновидностей. Искусственные аналоги.

12. Ювелирные камни органического происхождения. Разновидности, характеристика, методы идентификации. Процессы образования «камней» в живых организмах. Признаки модифицирования разновидностей. Особенности торговли и рынков их разновидностей. Искусственные, культивированные и имитации.

Контрольная 3 по темам 3 раздела. Ориентировочные краткие вопросы.
Максимальная оценка – 10 баллов.

1. Цель и задачи облагораживания. Различия в «модифицировании» и «облагораживании». Область применения.

2. Методы воздействия на природные и искусственные ювелирные кристаллы. Физические, физико-химические и химические методы. Общие представления, оборудование и режимы воздействий.

3. Термообработка, термодиффузия, ионная имплантация. Примеры облагораживания, механизм изменения цвета. Особенности методов и распространенность их применения на практике.

4. Облучение. Виды ионизирующего воздействия. Примеры облагораживания, механизм изменения цвета. Особенности методов и распространенность их применения на практике. Остаточная радиоактивность.

5. Импрегнирование и заполнение органическими композициями. Химическое крашение. Примеры облагораживания, механизм изменения цвета и качественных характеристик (прозрачности, порочности и пр.). Особенности методов и распространенность их применения на практике.

6. Результаты облагораживания ювелирных камней и материалов. Композиционные, гибридные и пр. материалы как результат модифицирования. Правила CIBJO и маркировка облагороженных камней.

Контрольная 4 по темам 4 раздела. Ориентировочные краткие вопросы.
Максимальная оценка – 10 баллов.

1. Промышленный рост искусственных аналогов природных ювелирных монокристаллов, требования к выпускаемой продукции. Области применения искусственных аналогов природных камней, их достоинства и преимущества перед природными камнями.

2. Искусственные ювелирные монокристаллы, их геммологическая характеристика, методы идентификации, ключевые диагностические признаки; отличия искусственных ювелирных камней от природных. Фирмы-поставщики.

3. Имитации. Виды имитаций (из природных, искусственных материалов, составные камни); способы и методы распознавания имитаций.

Итоговый контроль – зачет с оценкой

Итоговый контроль проводится в форме устного опроса (зачет с оценкой). Билет для проведения зачета содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 20 баллов. Общая оценка зачета складывается путем суммирования оценок за контрольные (четыре контрольные по разделам – по 10 баллов максимум за одну работу) реферативную работу (максимум 20 баллов) и ответ на зачете (максимум 40 баллов). Максимальная оценка зачета – 100 баллов.

8.3. Примеры контрольных вопросов для оценки освоения дисциплины.

Максимальная оценка – 40 баллов.

1. Объекты, задачи и место геммологии среди других наук.
2. Классификация ювелирных материалов. Природные ювелирные материалы; их номенклатура, определения и примеры.
3. Классификация ювелирных материалов. Искусственные материалы; их номенклатура, определения и примеры.
4. Генетическая классификация ювелирных кристаллов и материалов.
5. Основные оптические феномены в ювелирных камнях.
6. Инструментальные методы исследования монокристаллов (перечисление, с указанием качества) (микроскоп, иммерсионскоп, полярископ, рефрактометр, спектроскоп, дихроскоп, УФ-лампа)
7. Полярископ. Физический принцип работы. Устройство и особенности обслуживания. Анализ полученных данных.
8. Полярископ, рефрактометр, , УФ-лампа)
9. Рефрактометр. Физический принцип работы. Устройство и особенности обслуживания. Анализ полученных данных.
10. Спектроскоп. Физический принцип работы. Устройство и особенности обслуживания. Анализ полученных данных.
11. Дихроскоп. Физический принцип работы. Устройство и особенности обслуживания. Анализ полученных данных.

12. Определение цветовых характеристик ювелирных кристаллов по системе Gemset GIA
13. Берилл: ювелирные разновидности, минералогические особенности.
14. Корунд: ювелирные разновидности, минералогические особенности.
15. Хризоберилл: ювелирные разновидности, минералогические особенности, основные места добычи.
16. Шпинель: ювелирные разновидности, минералогические особенности, основные места добычи.
17. Ювелирные камни группы гранатов (пиральспиты): минералогические особенности, основные места добычи.
18. Ювелирные камни группы гранатов (уграндиты): минералогические особенности, основные места добычи.
19. Топаз: ювелирные разновидности, минералогические особенности, основные места добычи.
20. Турмалин: ювелирные разновидности, минералогические особенности, основные места добычи.
21. Диопсид: ювелирные разновидности, минералогические особенности, основные места добычи.
22. Оливин: ювелирные разновидности, минералогические особенности, основные места добычи.
23. Циркон: ювелирные разновидности, минералогические особенности, основные места добычи.
24. Сподумен: ювелирные разновидности, минералогические особенности, основные места добычи.
25. Кордиерит, клиногумит, данбурит, фенакит и пр. нетрадиционные ювелирные камни. Геммологические особенности, основные места добычи.
26. Поделочные камни: определение, генетическая классификация и декоративные характеристики.
27. Основные группы искусственных ювелирных монокристаллов и материалов; определения, примеры.
28. Искусственные и природные стекла: номенклатура и характеристики.
29. Основная документация по оценке обработанных ювелирных камней.
30. Описание проведения геммологической экспертизы.
31. Цвет и чистота бриллиантов по GIA и по ТУ. Оценка стоимости бриллиантов и алмазного сырья
32. Определение цветовых параметров ювелирных камней по системе GIA
33. Включения в природных и искусственных ювелирных камнях
34. Рентгеноспектральный микроанализ (микрозонд) в геммологии
35. Спектрометрия комбинационного рассеяния (Рамановская спектроскопия) в геммологии
36. Спектрометрия ЭПР (электронный парамагнитный резонанс) в геммологии

8.4. Структура и примеры билетов для зачета

«Утверждаю» Зав.кафедрой _____ 2019 И.Х. Аветисов _____	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии кристаллов
	Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология Профиль «Химическая технология материалов и приборов

	электронной техники и наноэлектроники»
	Геммология
Билет № 1 1. Генетическая классификация ювелирных камней и материалов. 2. Определение цветовых параметров ювелирных камней по системе GIA.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. **Лившиц, В. Б.** Художественное материаловедение: ювелирные изделия : учебное пособие для академического бакалавриата / В. Б. Лившиц, В. И. Куманин, М. Л. Соколова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 216 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-05618-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/439024> (дата обращения: 06.11.2019).

Б. Дополнительная:

1. Аеров Г.Д., Свириденко А.Ф., Коваленко И.В. Жадеит. —М.: Недра, 1992. -144с.
2. Андерсон Б.У. Определение драгоценных камней. М., Мир, 1983.
3. П. Рид Геммология. М., Мир: ООО «Издательство АСТ», 2003 -366с
4. Балицкий В.С., Лисицына Е.Е. Синтетические аналоги и имитации природных драгоценных камней. М., Недра, 1981.

2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

«Кристаллография»
 American Mineralogist
 Gems & Gemology (Gemological Institute of America)
 Современные наукоемкие технологии
 Петрология
 Минералогия
 Mineral Resources Engineering
 Journal of Crystal Growth
 Crystal Research and Technology
 Cryst. Eng.Comm
 «Неорганические материалы»

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных практических занятий – 18;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 26);

- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 36).
- комплекты ограненных и кабошонированных ювелирных камней – презентационный материал;
- расходные материалы для проведения практических занятий – сырьё природных и искусственных ювелирных камней и материалов; тигли и реактивы;
- библиотека тематической литературы более 450 книг;
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины.

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 09.04.2019).
- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/93/91/5> (дата обращения: 09.04.2019).
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 09.04.2019).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 09.04.2019).
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 01.04.2019).
- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://i-exam.ru/> (дата обращения: 09.04.2019).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Методические рекомендации по организации учебной работы студента магистратуры направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по курсу.

Дисциплина «Геммология» включает 4 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного материала практических занятий, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника. Изучение материала каждого модуля заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты

выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка контрольных работ № 1 – № 4 составляет по 10 баллов каждая.

Совокупная оценка текущей работы студента складывается из оценок за выполнение контрольных работ и реферат (максимальная оценка – 20 баллов). Максимальная оценка текущей работы в семестре составляет 60 баллов.

В соответствии с учебным планом изучение дисциплины завершается итоговым контролем в форме дифференцированного зачета. Максимальная оценка зачета составляет 40 баллов. Общая оценка результатов освоения дисциплины складывается из числа баллов, набранных в семестре (контрольные работы и реферат) и на экзамене. Максимальная общая оценка всей дисциплины составляет 100 баллов.

При выполнении указанных видов самостоятельной работы студент должен руководствоваться следующими основными принципами:

1 – сочетание в работе, с одной стороны, общепризнанных теоретических и практических положений и сведений, с другой, – результатов новейших разработок в области технологии стекла;

2 – творческий аналитический подход к собранным материалам, исключающий их простое перечисление и изложение.

Выполнение работ в первую очередь ориентировано на самостоятельную работу студента с информационными ресурсами – учебной, научно-технической, справочной и патентной литературой, ресурсами Интернета, базами данных, рекламной продукцией фирм-производителей. Доступ к указанным ресурсам обеспечивается фондами научно-технической библиотеки вуза и городских научно-технических библиотек, электронными библиотеками и поисковыми системами Интернета, материалами тематических выставок и научно-технических конференций. При оформлении расчетной работы и реферата следует ориентироваться на требования ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Дисциплина «Геммология» изучается в 8 семестре бакалавриата.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен учитывать, что студенты, обучающиеся в бакалавриате, имеют определенную подготовку по специальным дисциплинам профиля, полученную ими при обучении в бакалавриате, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал курса должен быть ориентирован на современную трактовку изучаемых вопросов, отличаться широтой и глубиной их проработки, включать элементы научной дискуссии. Необходимо обращать внимание студентов на обоснование круга рассматриваемых вопросов, формулировки главных положений и определений, практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться связь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Геммология», является формирование у студентов широкого кругозора и эрудиции в области технологий обработки, облагораживания и производства ювелирных камней; понимания проблемных мест современных технологических процессов и путей разрешения проблемных ситуаций. При проведении занятий желательно обращаться к опыту ведущих зарубежных фирм и отечественных предприятий, использовать их научно-информационные и рекламные материалы, проводить сравнительный анализ результатов инноваций на разных предприятиях отрасли.

В вводной группе лекций преподаватель должен сделать особый уклон в современных методах и их физических принципах, используемых в геммологии. Именно

расширенное понимание физических методов и их сущности, применяемых в геммологии, позволяет студентам осваивать все методологические приемы работы прикладного геммолога. Так же необходимо уделить особое внимание аппаратному сопровождению тех или иных методов - например, появление лазерной рефрактометрии заметно расширяет возможности данного метода и фактически делает его основным при диагностики минеральной фазы. Здесь же преподавателю нужно остановиться на понятиях 5С, идущих на смену ранее общепринятым 4С, правилам СИБЮ, как ведущей мировой организации регулирующей в глобальных условиях национальные законы различных стран в области торговли, переработки и сертификации ювелирных камней и материалов.

При подаче материала 2,3 и 4 разделов нужно уделять больше внимания, кроме теоретических знаний, работе с учебными коллекциями с соответствующей тематикой. Именно работа с коллекциями позволит закрепить первичный навык по работе с геммологическим оборудованием, позволит под руководством преподавателя выявлять акцидентные признаки особо важные при диагностике облагороженных и искусственных ювелирных камней, а также новых имитаций, которые появляются регулярно и требуют ежегодного обновления знаний специалистов. Учебная коллекция для практической и самостоятельной работ студента должна включать широкий спектр эталонных образцов с характеристическими включениями и прочими признаками.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по курсу является широкое использование наглядных пособий и иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники. Иллюстративный материал включает презентации по разделам курса, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office), в т.ч. видеоклипы, отражающие технологические процессы огранки, диагностики и облагораживания ювелирных камней и материалов. Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам дополнительную литературу по тематике занятия. Желательно стимулировать студентов к самостоятельной работе с литературными источниками, задавая вопросы и организуя их обсуждение в аудитории.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 составляет 1708373 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и

информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-827/2018 от 26.09.2018 г. Сумма договора – 357 000-00 С «26» сентября 2018г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань" — ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в которых интегрированы бесплатные сервисы для незрячих студентов и синтезатор речи. Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва "Лань", Национальный Открытый Университет"ИНТУИТ", "Инженерно-технические науки" изд-ва "Лань".
	ЭБС «ЛАНЬ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г. Сумма договора – 642 083-68 С «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», Национальный Открытый Университет«ИНТУИТ», Инженерно-технические науки" изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» изд-ва Дашков и К. А также отдельные издания в соответствии с Договором.

2.	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru».	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ», договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г. Сумма договора - 934 693-00 С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Электронные версии периодических и неперiodических изданий по различным отраслям науки
4	Издательство Wiley	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Wiley/130 от 10.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.
5	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Reaxys /130 от 10.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
6	Scopus	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая

		(Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Scopus/130 от 09.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.scopus.com. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	база данных издательства ELSEVIER
7	Ресурсы международной компании Clarivate Analytics	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № WoS/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.
8	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество)	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № RSC/130 от 08.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.

9	База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № CAS/130 от 23.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://scifinder.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.	SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.
10	Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ № исх.- 1294 от 09 10 2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.	«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2014-2018гг.
11	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-1299/2018 от 06.03.2019 г. С «06» марта 2019г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Сумма договора – 73 247-39 Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция книг по естественно-научным и техническим отраслям наукам.

12	ЭБС «ЮРАЙТ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора – ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ», Договор № №29.01-3-2.0-1168/2018 от 11.01.2019 г. С «11» января 2019 г. по «10» января 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС - https://biblio-online.ru/ Сумма договора – 220 000-00 руб. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Геммология» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; учебная аудитория для проведения практических занятий, оснащенная геммологическим оборудованием и инструментом.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты ограненных и кабошонированных ювелирных камней; комплекты расходных материалов для проведения практических занятий – сырьё природных и искусственных ювелирных камней и материалов.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине; альбомы и рекламные проспекты с основным геммологическим оборудованием.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Операционная система Microsoft Windows 10 Education (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching , соглашение от 31.01.2019 ICM-169788 , номер подписки IM91021 , действительно до 30.01.2021 , счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021
2	Microsoft Visio Professional 2019 (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching , соглашение от 31.01.2019	Подписка не подразумевает количества	30.01.2021

		ИСМ-169788, номер подписки IM91021, действительно до 30.01.2021, счет от 31.01.2019 № 9552830795	лицензий	

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение геммологию. Введение. Природные драгоценные монокристаллы как объект исследования геммологии, цели и задачи, методы исследования. Принципы классификации ювелирных материалов, современные классификации, СИБЮ. Свойств природных драгоценных монокристаллов, методы диагностики, приборы, аппаратура.	Знает: – современные методы исследования и диагностики ювелирных камней. – общие принципы классификации природных, драгоценных монокристаллических камней и знать их группы – диагностические признаки и критерии природных и искусственных ювелирных монокристаллов. Умеет: - пользоваться геммологическими приборами и определять свойства ювелирных камней. – определять качественные характеристики природных и искусственных монокристаллов визуально и методами детальных исследований. Владеет: – навыками определения физических и химических свойств природных и искусственных ювелирных монокристаллов на макро- и микроуровне.	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за зачет
Раздел 2. Природные ювелирные монокристаллы Природные драгоценные монокристаллы: геммологическая характеристика, методы	Знает: – -современные методы исследования и диагностики ювелирных камней. – общие принципы классификации природных, драгоценных	Оценка за контрольную работу №2 Оценка за зачет

идентификации, месторождения. Органогенные драгоценные материалы.	монокристаллических камней и знать их группы – диагностические признаки и критерии природных и искусственных ювелирных монокристаллов. Умеет: - пользоваться геммологическими приборами и определять свойства ювелирных камней. – определять качественные характеристики природных и искусственных монокристаллов визуально и методами детальных исследований. Владеет: – навыками определения физических и химических свойств природных и искусственных ювелирных монокристаллов на макро- и микроуровне.	
Раздел 3. Модифицированные природные монокристаллы Цель облагораживания природных драгоценных монокристаллов. Методы модифицирования и диагностические признаки облагораживания, способы распознавания облагороженных камней.	Знает: – современные методы исследования и диагностики ювелирных камней. – общие принципы классификации природных, драгоценных монокристаллических камней и знать их группы – диагностические признаки и критерии природных и искусственных ювелирных моно-кристаллов. Умеет: - пользоваться геммологическими приборами и определять свойства ювелирных камней. – определять качественные характеристики природных и искусственных монокристаллов визуально и методами детальных исследований. Владеет:	Оценка за контрольную работу №3 Оценка за зачет

	– навыками определения физических и химических свойств природных и искусственных ювелирных монокристаллов на макро- и микроуровне.	
Раздел 4. Модифицированные природные монокристаллы Промышленный рост искусственных аналогов природных монокристаллов, требования к выпускаемой продукции. Наиболее распространенные искусственные драгоценные монокристаллы, их геммологическая характеристика. Различные виды имитаций, способы их распознавания.	Знает: – современные методы исследования и диагностики ювелирных камней. – общие принципы классификации природных, драгоценных монокристаллических камней и знать их группы – диагностические признаки и критерии природных и искусственных ювелирных монокристаллов. Умеет: - пользоваться геммологическими приборами и определять свойства ювелирных камней. – определять качественные характеристики природных и искусственных монокристаллов визуально и методами детальных исследований. Владеет: - навыками определения физических и химических свойств природных и искусственных ювелирных монокристаллов на макро- и микроуровне.	Оценка за контрольную работу №4 Оценка за зачет

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Рабочий лист для идентификации ювелирных камней

Фамилия, имя		Дата		Результат		
Образец	Серия		№			
Масса, ct						
Размер, мм						
Тип и форма огранки						
Цвет					Дополнительные замечания	
Прозрачность						
Полярископ	Оптически изотропный ☐	Оптически анизотропный ☐	Двупреломляющий агрегат ☐	Аномальное двупреломление ☐		
Коноскоп	Нет оптической фигуры ☐	Оптически одноосный ☐	Оптически двуосный ☐	Оптическая активность ☐		
Рефрактометр	Площадка		Боковая грань		Основные показатели преломления	
					N_o	
					N_e	
					N_p	
					N_m	
					N_g	
					$N > 1.81$	
Максимальное двупреломление						
Осность Оптический знак	Оптически одноосный ☐	Оптически двуосный ☐	Оптически отрицательный ☐	Оптически положительный ☐		
Микроскоп						
Дихроскоп	Плеохроизм отсутствует ☐	Сильный ☐	Цвета плеохроизма			
	Умеренный ☐	Слабый ☐				
Спектроскоп			Плотность, г/см ³			
			Метод			
☐ ☐						
Результат исследований	Правильно ☐		Результат		Правильно ☐	
	Неправильно				Неправильно	

**Дополнения и изменения к рабочей программе
«Геммология»
основной образовательной программы**

18.03.01 «Химическая технология»

Профиль – «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и
нанoeлектроники»

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата»

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения, договоров с ЭБЦ и информационных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 1 от «31» августа 2019 г
2.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«Утверждаю»

ректор

(Руководитель образовательной организации)

А.Г. Мажуга

(Подпись)

(И.О. Фамилия)

«_____» _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Методы исследования материалов фотоники»
(Б1.В.ДВ.07.02)**

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной
техники и нанoeлектроники»

Квалификация – бакалавр

Программа одобрена
Методической комиссией
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«31» мая 2019 г.

Председатель _____ **Н.А. Макаров**
(Подпись) (И.О. Фамилия)

Москва 2019 г.

Программа составлена:

- Доцентом кафедры химии и технологии кристаллов,
О.Б. Петровой
- Ассистентом кафедры химии и технологии кристаллов,
И.В. Степановой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии кристаллов РХТУ им.Д.И. Менделеева «21» мая 2019 г., протокол № 13.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели и задачи дисциплины	4
2.	Требования к результатам освоения дисциплины	4
3.	Объем дисциплины и виды учебной работы	5
4.	Содержание дисциплины	5
	4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	5
	4.2. Содержание разделов дисциплины	6
5.	Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины	6
6.	Практические и лабораторные занятия	7
	6.1. Практические занятия.	7
	6.2. Лабораторные занятия	7
7.	Самостоятельная работа	8
8.	Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	8
	8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.	8
	8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины	8
	8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины	10
	8.4. Структура и примеры билетов для экзамена	12
9.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	13
	9.1. Рекомендуемая литература	13
	9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации	13
	9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины	14
10.	Методические указания для обучающихся	14
11.	Методические указания для преподавателей	15
12.	Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе	16
13.	Материально-техническое обеспечение дисциплины	18
	13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:	18
	13.2. Учебно-наглядные пособия	18
	13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства	18
	13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы	18
	13.5 Перечень лицензионного программного обеспечения	19
14.	Требования к оценке качества освоения программы	19
15.	Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	20

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники», рекомендациями Методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к вариативной части учебного плана, к блоку дисциплин по выбору (Б1.В.ДВ.07.01) и рассчитана на изучение дисциплины в 7 семестре обучения. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей химии, математики, физики, физической химии, кристаллографии и кристаллооптики, физической электроники.

Цель дисциплины – формирование определенного объема знаний и необходимых навыков, достаточных для самостоятельного выбора метода анализа различных материалов фотоники (монокристаллов, стекол, композитных и гибридных материалов), в зависимости от круга решаемых исследовательских задач.

Основные задачи - формирование у студентов целостной картины современных методов физико-химического анализа, применяемых при исследовании материалов фотоники.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины при подготовке бакалавров по направлению 18.03.01 «Химическая технология»; профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» способствует формированию следующих компетенций:

Профессиональных:

- способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест **(ПК-5)**;
- готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования **(ПК-8)**;
- способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования **(ПК-9)**;
- способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа **(ПК-10)**;
- способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования **(ПК-16)**;
- готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов **(ПК-17)**.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- современное состояние в области исследования структуры и состава монокристаллов;
- теоретические основы и классификацию методов анализа, области их применения, возможности и ограничения;

- устройство и функциональные возможности оборудования, используемого для анализа.

Уметь:

- интерпретировать результаты анализа материалов рассмотренными в курсе методами;
- сравнивать и сопоставлять результаты исследования материалов разными методами;
- выбирать метод анализа, исходя из поставленных задач исследования и характеристик исследуемого материала.

Владеть:

- навыками использования методов анализа для решения практических научно-исследовательских задач.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс изучается в 7 семестре бакалавриата на базе знаний, полученных студентами на предыдущих курсах. Контроль освоения студентами материала курса осуществляется путем проведения экзамена.

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5	180
Аудиторные занятия:	2	64
Лекции (Лек)	1	32
Лабораторные работы (ЛР)	1	32
Самостоятельная работа (СР):	2	80
Контактная самостоятельная работа	1	40
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1	40
Вид контроля: экзамен	1	36
Контактная работа – промежуточная аттестация		0,4
Подготовка к экзамену.		35,6

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5	135
Аудиторные занятия:	2	54
Лекции (Лек)	1	27
Лабораторные работы (ЛР)	1	27
Самостоятельная работа (СР):	2	54
Контактная самостоятельная работа	1	27
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1	27
Вид контроля: экзамен	1	27
Контактная работа – промежуточная аттестация		0,3
Подготовка к экзамену.		26,7

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек-ции	Прак. Зан.	Лаб. работы	Сам. работа

1	Раздел 1	66	14		18	34
1.1	Введение. Классификация методов физико-химического анализа	12	2	-	-	10
1.2	Термические методы анализа.	30	6	-	12	12
1.3	Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ	24	6	-	6	12
2.	Раздел 2	78	18		12	46
2.1	Оптическая спектроскопия	24	6	-	6	12
2.2	Элементный анализ	22	6	-	-	16
2.3	Оптическая микроскопия	32	6	-	8	18
	ИТОГО по разделам	144	32	-	32	80
	Экзамен	36				
	ИТОГО	180				

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1.

1. Введение. Классификация методов физико-химического анализа.
 2. Термические методы анализа. Термический и дифференциально-термический методы анализа. Термогравиметрический и дифференциально-термогравиметрический методы анализа. Оборудование для термографии. Требования к эталонам. Вид кривых ДТА и ТГА. Факторы, влияющие на вид кривых ДТА и ТГА. Термогазоволюмометрический анализ. Термoeлектрометрический анализ. Дилатометрический анализ.

3. Методы исследования структуры материалов. Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Уравнение Вульфа-Брэгга, правила Лауэ. Принципы и возможности метода порошка, оборудование, расчет дифрактограмм. Определение категории, сингонии, параметров решетки, рентгеновской плотности кристаллов. Влияние размеров частиц на рентгеновскую дифракцию в них. Полнопрофильный метод Ритвельда. Современные методы компьютерного расчета дифрактограмм.

Раздел 2.

1. Оптическая спектроскопия. Спектры поглощения и пропускания. Рассеяние. Экстинкция. Сечения поглощения. Диапазон прозрачности материала. Влияние на поглощение кристаллов и стекол примесей переходных и редкоземельных ионов. Спектрофотометры.

2. Элементный анализ. Эмиссионный микроспектральный анализ с лазерным отбором пробы. Качественный и количественный эмиссионный анализ. Устройство лазерного микроанализатора. Модификации метода.

3. Исследования материалов методами оптической микроскопии. Возможности оптического анализа. Виды микропрепаратов и способы их приготовления. Изучение материалов в плоско-поляризованном параллельном, сходящемся и отраженном свете. Методы измерения показателя преломления изотропных и анизотропных материалов. Измерение микротвердости материалов. Исследование напряжений поляризационно-оптическим методом. Оборудование для оптических исследований.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Компетенции	Раздел 1	Раздел 2
Знать:		

- современное состояние в области исследования структуры и состава монокристаллов	+	+
- теоретические основы и классификацию методов анализа, области их применения, возможности и ограничения	+	+
- устройство и функциональные возможности оборудования, используемого для анализа	+	+
Уметь:		
- интерпретировать результаты анализа материалов рассмотренными в курсе методами	+	+
- сравнивать и сопоставлять результаты исследования материалов разными методами	+	+
- выбирать метод анализа исходя из поставленных задач исследования и характеристик исследуемого материала	+	+
Владеть:		
- навыками использования методов анализа для решения практических научно-исследовательских задач.	+	+
Профессиональные компетенции:		
– способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест (ПК-5);	+	+
–готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования (ПК-8);	+	+
–способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования (ПК-9);	+	+
–способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа (ПК-10);	+	+
–способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-16);	+	+
–готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов (ПК-17);	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Не предусмотрены.

6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» предусмотрено проведение лабораторных занятий по

дисциплине «Методы исследования материалов фотоники» в объеме 32 часа (1 зач. ед.). В практикум входит 6 работ, примерно по 5-6 ч на каждую работу. В зависимости от трудоемкости включенных в практикум работ их число может быть уменьшено. Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине, а также дает знания о методиках определения характеристик электронных и оптических материалов.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 40 баллов (по 6-7 баллов за каждую работу в зависимости от трудоемкости). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примерный перечень лабораторных занятий

№ пп	Раздел	Темы лабораторных занятий	Часы
1	1.	Построение диаграммы состояния двухкомпонентной системы по данным дифференциально-термического анализа (7 баллов).	5
2		Исследование процессов разложения кристаллогидратов методом термогравиметрии (6 баллов).	5
3		Рентгенофазовый анализ смеси веществ высшей и средней сингонии (6 баллов).	5
4	2.	Измерение микротвердости материала (7 баллов).	6
5		Определение показателя преломления кристаллов и стекол методом Лодочникова (7 баллов).	6
6		Исследование спектра поглощения кристаллов и стекол (7 баллов).	5

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины «Методы исследования материалов фотоники» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 80 акад. час.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по курсу и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях учебного материала;
- подготовку к выполнению контрольной работы по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче лабораторного практикума и экзамена по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Не предусмотрена

8.2 Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрена контрольная работа. Максимальная оценка за контрольную работу составляет 20 баллов. Контрольная работа состоит из одного вопроса.

Примеры контрольных вопросов

1. При частичной кристаллизации стекла образуется тетрагональная кристаллическая фаза. Определите ее показатели преломления, если известно, что они $< 1,5$.
2. Кристалл, выращенный из расплава методом Чохральского, содержит включения второй фазы. Как провести идентификацию фаз в кристалле и проверить его на наличие напряжений?
3. При термообработке барий-боратного стекла, легированного Nd, выпадает кристаллическая фаза метабората бария. Как определить, входит ли Nd в кристаллическую фазу или остается в стеклянной матрице?
4. При раствор-расплавной кристаллизации железо-иттриевого граната $Y_3Fe_5O_{12}$ (кубическая сингония) побочными продуктами могут явиться кристаллы гематита Fe_2O_3 (кубическая сингония) и ортоферрита железа $YFeO_3$ (ромбическая сингония). Как определить их присутствие в конечном продукте и оценить количество?
5. В процессе синтеза висмутгерманатных стекол происходит улетучивание из расплава оксида висмута. Каким образом можно измерить количество «улетевшего» Bi_2O_3 и определить температуру варки, при которой происходит наименьшее изменение состава расплава?
6. Как можно определить наличие и ширину области гомогенности конгруэнтно плавящегося соединения АВ на Т-Х диаграмме состояния системы А-В?
7. Ионы Cr могут входить в структуру силикосилленита $Bi_{12}SiO_{20}$ в различных зарядовых состояниях. Каким методом можно определить зарядовое состояние хрома в данной структуре, если известно, что хром изменяет окраску кристалла?
8. Как определить после проведения высокотемпературной кристаллизации стекла известного состава: наличие кристаллитов в стекле, их средний размер, структуру?
9. Какими методами можно определить степень дефектности кристалла по протяженным и точечным дефектам, если известна его плотность?
10. Кристаллическая структура эвлитина $Bi_4Ge_3O_{12}$ допускает частичное замещение ионов Bi^{3+} на ионы Nd^{3+} путем введения Nd_2O_3 . Как определить концентрационный предел такого замещения и построить фрагмент Т-Х диаграммы состояния системы $Bi_4Ge_3O_{12}$ - Nd_2O_3 ?
11. Как установить факт газовой выделенности при нагревании сложной системы, определить количество испарившегося компонента и его состав?
12. Как определить показатель преломления кубического кристалла с точностью не хуже 0,0001?

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен).

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов. Экзаменационный билет содержит 2 вопроса, каждый по 20 баллов. Первый вопрос - теоретический, второй - задача.

Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины

Теоретические вопросы

1. Термический и дифференциально-термический анализ. Эндо- и экзотермические

- эффекты. Факторы, искажающие вид кривых ДТА.
2. Материалы, используемые при проведении термического и дифференциально-термического анализов: материалы тиглей, материалы термопар, материалы эталонов. Обоснование выбора материалов.
 3. Параметры спектров поглощения, физический смысл границ окна прозрачности и линий поглощения.
 4. Термогравиметрический и дифференциально-термогравиметрический анализ. Вид кривых ТГ и ДТГ. Факторы, влияющие на вид кривых.
 5. Ширина линий в спектрах поглощения. Причины уширения линий. Линии поглощения переходных и редкоземельных ионов.
 6. Кристаллооптический анализ поликристаллических образцов. Методы измерения показателя преломления.
 7. Порядок подготовки образцов для РФА и расшифровки рентгенограмм. Расчет параметров ячейки, рентгеновской плотности, размеров частиц. Определение границы существования твердых растворов.
 8. Оценка размеров кристаллитов по формуле Шерера. Ограничения метода. Возможности увеличения точности определения размеров. Вид рентгенограмм наноматериалов.
 9. Кристаллооптический анализ монокристаллических образцов. Определение оптического знака одноосных и двуосных монокристаллов.
 10. Теоретические основы эмиссионного микроанализа с лазерным отбором пробы. Качественный и количественный анализ.
 11. Достоинства и недостатки метода эмиссионного анализа с лазерным отбором пробы. Схема лазерного микроанализатора. Лазерный микроскоп и спектрометры.
 12. Рентгенофазовый анализ. Формула Вульфа-Брэгга. Индексирование рентгенограмм кубической сингонии

Задачи

1. Кристалл, выращенный из расплава методом Чохральского, содержит включения второй фазы. Как провести идентификацию фаз в кристалле и проверить его на наличие напряжений?
2. При проведении высокотемпературной кристаллизации стекла образуются тетрагональные и кубические кристаллы размерами до 30 мкм. Как оценить объемную долю каждой из фаз?
3. Из расплава с $T_{пл.}=1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ методом Чохральского из Pt тигля выращивали тетрагональный кристалл A_xB_y . Как провести идентификацию структуры и ориентацию кристалла?
4. При частичной кристаллизации стекла образуется тетрагональная кристаллическая фаза. Определите ее показатели преломления, если известно, что они < 1.78 .
5. Какие методы физико-химического анализа следует использовать для определения положения линий солидуса и ликвидуса на диаграмме состояния двухкомпонентной системы и определения температур фазовых переходов и идентификации фаз?
6. Оксид висмута имеет 4 полиморфные модификации. Две из них стабильны, две - метастабильны. Как определить температуры фазовых переходов и структуру фаз?
7. В непрозрачном легкоплавком образце кристалла есть включения других фаз, предположительно содержащие ионы лития. Каким методом можно определить точный состав включений?
8. Имеется пластина, вырезанная из предположительно оптически одноосного кристалла перпендикулярно его оптической оси. Как подтвердить одноосность кристалла, определить его ориентацию, оптический знак?
9. При раствор-расплавной кристаллизации железо-иттриевого граната $Y_3Fe_5O_{12}$

(кубическая сингония) побочными продуктами могут явиться кристаллы гематита Fe_3O_4 (кубическая сингония) и ортоферрита железа YFeO_3 (ромбическая сингония). Как определить их присутствие в конечном продукте и оценить количество?

10. В процессе варки в корундовых тиглях стекол на основе оксида висмута происходит загрязнение расплава (стекломассы) материалом тигля. При этом, малое время варки ухудшает оптические качества стекла. Как определить оптимальное время варки, при котором стекло будет хорошего качества, но с наименьшим количеством примеси?

8.4 Структура и примеры билетов для экзамена

Итоговый контроль проводится в форме экзамена. Билет для проведения экзамена содержит 1 вопрос и 1 задачу, максимальная оценка за каждый вопрос – 20 баллов. Общая оценка зачета складывается путем суммирования оценок за контрольную работу (максимум 20 баллов), оценок за лабораторные работы (6 работ, максимум 40 баллов) и ответ на экзамене (максимум 40 баллов). Максимальная оценка по курсу – 100 баллов.

Пример билета к экзамену

«Утверждаю» Зав. кафедрой ХТК И.Х. Аветисов «__» _____ 20__	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии кристаллов
	18.03.01 Химическая технология
	Профиль - Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники
Методы исследования материалов фотоники	
Билет № 1 1. Термический и дифференциально-термический анализ. Эндо- и экзотермические эффекты. Факторы, искажающие вид кривых ДТА. 2. Свойства оксидных монокристаллов в значительной степени зависят от совершенства их структуры. Как выявить наличие протяженных дефектов в кристаллах, выращенных из расплава?	

9 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1 Рекомендуемая литература

А) Основная литература:

- Н.Г. Горашенко, О.Б. Петрова, И.В. Степанова. Методы исследования материалов электронной техники и наноматериалов. Лабораторный практикум: учеб. пособие / – М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2012. – 94 с.
- Павличенко, Л.А. Термический анализ двухкомпонентных систем [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Л.А. Павличенко, Г.В. Булидорова, Ю.Г. Галяметдинов. — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ, 2013. — 104 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/73440> — Загл. с экрана.

Б) Дополнительная литература

- Альмяшев В.И., Гусаров В.В. Термические методы анализа: учеб. пособие/ А 57

СПбГЭТУ (ЛЭТИ). – СПб., 1999. – 40 с.

2. Ландсберг Г.С. Оптика: Учеб. пособие для вузов. изд. 6-е – М. : Физматлит, 2010. – 848 с.
3. Васильев Е.К. Качественный рентгенофазовый анализ / под ред. С. Б. Брандта. – Новосибирск: Наука, 1986. – 195 с.
4. Недома И.Н. Расшифровка рентгенограмм порошков / под ред. Л. Н. Расторгуева. – М.: Металлургия, 1975. – 423 с.

9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Журналы

1. Физико-химический анализ свойств многокомпонентных систем. ISSN 1819-5830.

Интернет-ресурсы

- <http://www.portalnano.ru> - Нанотехнологии и наноматериалы. Федеральный интернет-портал
- www.centerprioritet.ru – СМЦ «Приоритет» - техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания
- <http://nano-portal.ru/> - Нано Портал - Нанотехнологии России
- <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx> - Scientific research. Open Access
- <http://www.intechopen.com/> - In Tech. Open Science
- <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета.

Поиск книг и журналов

- <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://lib.msu.su> - Научная библиотека Московского государственного университета
- <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
- <http://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах
- <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
- <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 7, (общее число слайдов – 358);
- комплекты готовых экспериментальных данных (результатов дифференциального-термического, термогравиметрического, рентгенофазового анализа) – 10;
- образцы стекол и кристаллов для кристаллооптических и спектральных измерений - 20
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 25);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 40).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 12.04.2019).
- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/93/91/5> (дата обращения: 12.04.2019).
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 12.04.2019).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 12.04.2019).
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 12.04.2019).
- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://i-exam.ru/> (дата обращения: 12.04.2019).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Методические рекомендации по организации учебной работы студента, обучающегося в бакалавриате, направлены на повышение эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по курсу.

Дисциплина «Методы исследования материалов фотоники» включает 2 раздела. При изучении материала рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе.

Рабочая программа дисциплины «Методы исследования материалов фотоники» предусматривает проведение лабораторного практикума. Работы выполняются в часы, выделенные учебным планом в 7 семестре. Лабораторный практикум выполняется после завершения лекционной части курса. В задачи подготовки к выполнению лабораторных работ входит приобретение навыков работы с информационными ресурсами, получение опыта проведения работ, обработки, анализа полученных результатов, формулирования выводов по выполненной работе, закрепление правил оформления лабораторных работ.

При подготовке к работам, а также при выполнении и оформлении лабораторных работ студент должен руководствоваться следующими основными принципами:

- активное использование лекционного материала и литературных источников, представленных в учебной программе;

- строгое следование порядку проведения лабораторной работы в части методик измерения и расчетов, а также в части настройки и эксплуатации лабораторного оборудования;

- критическое восприятие полученных в результате работы данных и аналитический подход к их обработке; соотнесение их с общеизвестными данными для аналогичных материалов и методик.

Содержание и оформление работ оценивается в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка лабораторной работы составляет 6-7 баллов в зависимости от трудоемкости работы. Совокупная оценка текущей работы студента складывается из оценок за контрольную работу и лабораторные работы. Максимальная оценка текущей работы в каждом семестре составляет 60 баллов.

В соответствии с учебным планом изучение материала всей дисциплины завершается итоговым контролем в форме экзамена. Максимальная оценка экзамена составляет 40 баллов.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Дисциплина «Методы исследования материалов фотоники» изучается в 7 семестре бакалавриата.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен учитывать, что студенты, обучающиеся в бакалавриате, имеют определенную подготовку по общим и специальным дисциплинам профиля, полученную ими при обучении на предыдущих курсах, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал курса должен быть ориентирован на современную трактовку изучаемых вопросов, отличаться широтой и глубиной их проработки, включать элементы научной дискуссии. Необходимо обращать внимание студентов на обоснование круга рассматриваемых вопросов, формулировки основных положений и определений, практические выводы из теоретических положений, области применения полученных знаний. На занятиях должна прослеживаться связь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Методы исследования материалов фотоники», является формирование у студентов широкого кругозора и эрудиции в области современных физико-химических методов анализа материалов фотоники, выбора методов анализа, пробоподготовки, планирования комплексного анализа материала. Преподаватель должен акцентировать внимание студентов на вопросах пределов определения, погрешностей анализа, трудностей пробоподготовки. При проведении занятий желательно обращаться к опыту ведущих отечественных и зарубежных научных групп, использовать их научно-информационные и рекламные материалы компаний, производящих аналитическое оборудование, проводить сравнительный анализ различных аналитических приборов и методов. При проведении лабораторных работ желательно использовать образцы и экспериментальные данные, полученные в ходе реальных научных исследований кафедры химии и технологии кристаллов, чтобы подчеркнуть необходимость и важность применения различных методов исследования материалов.

В вводной лекции курса следует остановиться на классификации методов анализа.

В разделе «Термические методы анализа» рекомендуется акцентировать внимание на многообразии термических методов анализа, возможностях этих методов. В разделе «Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ» - рассмотреть современное программное обеспечение, позволяющее проводить расчет рентгенограмм и

моделирование кристаллических структур. В разделе «Оптическая спектроскопия» - обратить внимание на характерные особенности спектров поглощения кристаллов и стекол, легированных редкоземельными и переходными хромофорами. В разделе «Элементный анализ» разобрать локальность, а также влияние пробоподготовки и отбора пробы на возможные погрешности измерений. В разделе «Оптическая микроскопия» кратко повторить и существенно расширить практическое применение материалов курса «Физическая химия идеального кристалла. Кристаллооптика».

Иллюстративный материал включает презентации по разделам курса, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, PowerPoint в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам дополнительную литературу по тематике занятия. Желательно стимулировать студентов к самостоятельной работе с литературными источниками, в том числе с уже прослушанными лекциями по курсу, задавая вопросы и организуя их обсуждение в аудитории.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 составляет 1708373 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором

1	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-827/2018 от 26.09.2018 г. Сумма договора – 357 000-00 С «26» сентября 2018г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань" — ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в которых интегрированы бесплатные сервисы для незрячих студентов и синтезатор речи. Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва "Лань", Национальный Открытый Университет"ИНТУИТ", "Инженерно-технические науки" изд-ва "Лань".
	ЭБС «ЛАНЬ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г. Сумма договора – 642 083-68 С «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», Национальный Открытый Университет«ИНТУИТ», Инженерно-технические науки" изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» изд-ва Дашков и К. А также отдельные издания в соответствии с Договором.
2.	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	ЭБС «Научно-электронная	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ»,	Электронные версии

	библиотека eLibrary.ru».	договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г. Сумма договора - 934 693-00 С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	периодических и неперіодических изданий по различным отраслям науки
4	Издательство Wiley	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Wiley/130 от 10.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.
5	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Reaxys /130 от 10.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
6	Scopus	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Scopus/130 от 09.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.scopus.com. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER

		неограничен.	
7	Ресурсы международно й компании Clarivate Analytics	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № WoS/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.
8	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № RSC/130 от 08.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.
9	База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № CAS/130 от 23.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://scifinder.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.	SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.

10	Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ № исх.- 1294 от 09 10 2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.	«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2014-2018гг.
11	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-1299/2018 от 06.03.2019 г. С «06» марта 2019г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Сумма договора – 73 247-39 Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция книг по естественно-научным и техническим отраслям наукам.
12	ЭБС «ЮРАЙТ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора – ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ», Договор № №29.01-3-2.0-1168/2018 от 11.01.2019 г. С «11» января 2019 г. по «10» января 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС - https://biblio-online.ru/ Сумма договора – 220 000-00 руб. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Методы исследования материалов фотоники» проводятся в форме лекций, практических и лабораторных занятий и самостоятельной работы студента.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Учебная лаборатория, оснащенная лабораторной мебелью, научным и

технологическим оборудованием для проведения лабораторных работ.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Операционная система Microsoft Windows 10 Education (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching , соглашение от 31.01.2019 ИСМ-169788 , номер подписки IM91021 , действительно до 30.01.2021 , счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021
2	Microsoft Visio Professional 2019 (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching , соглашение от 31.01.2019 ИСМ-169788 , номер подписки IM91021 , действительно до 30.01.2021 , счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1.	Знает: - современное состояние в области исследования структуры и состава	Оценка за контрольную работу

	монокристаллов. - теоретические основы и классификацию методов анализа, области их применения, возможности и ограничения. - устройство и функциональные возможности оборудования, используемого для анализа. Умеет: - интерпретировать результаты анализа материалов рассмотренными в курсе методами. - сравнивать и сопоставлять результаты исследования материалов разными методами. - выбирать метод анализа исходя из поставленных задач исследования и характеристик исследуемого материала. Владеет: - навыками использования методов анализа для решения практических научно-исследовательских задач.	Оценка за лабораторные работы 1-3 Оценка за экзамен
Раздел 1.	Знает: - современное состояние в области исследования структуры и состава монокристаллов. - теоретические основы и классификацию методов анализа, области их применения, возможности и ограничения. - устройство и функциональные возможности оборудования, используемого для анализа. Умеет: - интерпретировать результаты анализа материалов рассмотренными в курсе методами. - сравнивать и сопоставлять результаты исследования материалов разными методами. - выбирать метод анализа исходя из поставленных задач исследования и характеристик исследуемого материала. Владеет: - навыками использования методов	Оценка за контрольную работу Оценка за лабораторные работы 4-6 Оценка за экзамен

	анализа для решения практических научно-исследовательских задач.	

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья на основании письменного заявления обучение по дисциплине реализуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее-индивидуальных особенностей); обеспечивается соблюдение следующих общих требований: использование специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего такому обучающемуся необходимую техническую помощь, обеспечение доступа в здания и помещения, где проходит учебный процесс, другие условия, без которых невозможно или затруднено изучение дисциплины.

Обеспечивается соблюдение следующих общих требований: проведение обучения по дисциплине для студентов-инвалидов лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся; присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего(их) обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей; пользование необходимыми обучающимся техническими средствами с учетом их индивидуальных особенностей.

Все локальные нормативные акты РХТУ им. Д.И. Менделеева по вопросам реализации дисциплины (модуля) практики, доводятся до сведения обучающихся с ограниченными возможностями здоровья в доступной для них форме.

Продолжительность прохождения промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности увеличивается по письменному заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья; продолжительность экзамена и (или) зачета, проводимого в письменной форме, увеличивается не менее чем на 0,5 часа; продолжительность подготовки обучающегося к ответу на экзамене и (или) зачете, проводимом в письменной форме, – не менее чем на 0,5 часа; продолжительность ответа обучающегося при устном ответе увеличивается не более чем на 0,5 часа.

**Дополнения и изменения к рабочей программе
«Методы исследования материалов фотоники»
основной образовательной программы**

18.03.01 «Химическая технология»

Профиль – «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и
нанoeлектроники»

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата»

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения, договоров с ЭБЦ и информационных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 1 от «31» августа 2019 г
2.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«Утверждаю»

ректор

(Руководитель образовательной организации)

А.Г. Мажуга

(Подпись)

(И.О. Фамилия)

«_____» _____ 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Методы исследования материалов электроники»
(Б1.В.ДВ.07.01)**

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной
техники и нанoeлектроники»

Квалификация – бакалавр

Программа одобрена
Методической комиссией
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«31» мая 2019 г.

Председатель _____ **Н.А. Макаров**
(Подпись) (И.О. Фамилия)

Москва 2019 г.

Программа составлена:

- Доцентом кафедры химии и технологии кристаллов,
О.Б. Петровой
- Ассистентом кафедры химии и технологии кристаллов,
И.В. Степановой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии кристаллов РХТУ им.Д.И. Менделеева «21» мая 2019 г., протокол № 13.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели и задачи дисциплины	4
2.	Требования к результатам освоения дисциплины	4
3.	Объем дисциплины и виды учебной работы	5
4.	Содержание дисциплины	5
4.1.	Разделы дисциплины и виды занятий	5
4.2.	Содержание разделов дисциплины	6
5.	Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины	6
6.	Практические и лабораторные занятия	7
6.1.	Практические занятия.	7
6.2.	Лабораторные занятия	7
7.	Самостоятельная работа	8
8.	Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	8
8.1.	Примерная тематика реферативно-аналитической работы.	8
8.2.	Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины	8
8.3.	Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины	10
8.4.	Структура и примеры билетов для экзамена	12
9.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	13
9.1.	Рекомендуемая литература	13
9.2.	Рекомендуемые источники научно-технической информации	13
9.3.	Средства обеспечения освоения дисциплины	14
10.	Методические указания для обучающихся	14
11.	Методические указания для преподавателей	15
12.	Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе	16
13.	Материально-техническое обеспечение дисциплины	18
13.1.	Оборудование, необходимое в образовательном процессе:	18
13.2.	Учебно-наглядные пособия	18
13.3.	Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства	18
13.4.	Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы	18
13.5.	Перечень лицензионного программного обеспечения	19
14.	Требования к оценке качества освоения программы	19
15.	Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	20

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники», рекомендациями методической секции Ученого совета и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к вариативной части учебного плана, к блоку дисциплин по выбору (Б1.В.ДВ.07.02) и рассчитана на изучение дисциплины в 7 семестре обучения. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей химии, математики, физики, физической химии, кристаллографии и кристаллооптики, физической электроники.

Цель дисциплины – формирование определенного объема знаний и необходимых навыков, достаточных для самостоятельного выбора метода анализа различных материалов электроники (монокристаллов, тонкопленочных структур, керамики, стекол, композитных и гибридных материалов), в зависимости от круга решаемых исследовательских задач.

Основные задачи - формирование у студентов целостной картины современных методов физико-химического анализа, применяемых при исследовании материалов электроники.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины при подготовке бакалавров по направлению 18.03.01 «Химическая технология»; профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» способствует формированию следующих компетенций:

Профессиональных:

- способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест **(ПК-5)**;
- готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования **(ПК-8)**;
- способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования **(ПК-9)**;
- способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа **(ПК-10)**;
- способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования **(ПК-16)**;
- готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов **(ПК-17)**.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- современное состояние в области исследования структуры и состава монокристаллов;

- теоретические основы и классификацию методов анализа, области их применения, возможности и ограничения;
- устройство и функциональные возможности оборудования, используемого для анализа.

Уметь:

- интерпретировать результаты анализа материалов рассмотренными в курсе методами;
- сравнивать и сопоставлять результаты исследования материалов разными методами;
- выбирать метод анализа, исходя из поставленных задач исследования и характеристик исследуемого материала.

Владеть:

- навыками использования методов анализа для решения практических научно-исследовательских задач.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс изучается в 7 семестре бакалавриата на базе знаний, полученных студентами на предыдущих курсах. Контроль освоения студентами материала курса осуществляется путем проведения экзамена.

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5	180
Аудиторные занятия:	2	64
Лекции (Лек)	1	32
Лабораторные работы (ЛР)	1	32
Самостоятельная работа (СР):	2	80
Контактная самостоятельная работа	1	40
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1	40
Вид контроля: экзамен	1	36
Контактная работа – промежуточная аттестация		0,4
Подготовка к экзамену.		35,6

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	5	135
Аудиторные занятия:	2	54
Лекции (Лек)	1	27
Лабораторные работы (ЛР)	1	27
Самостоятельная работа (СР):	2	54
Контактная самостоятельная работа	1	27
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1	27
Вид контроля: экзамен	1	27
Контактная работа – промежуточная аттестация		0,3
Подготовка к экзамену.		26,7

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

	Академ. часов

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лек- ции	Прак. Зан.	Лаб. рабо- ты	Сам. работ а
1	Раздел 1	66	14		18	34
1.1	Введение. Классификация методов физико-химического анализа	12	2	-	-	10
1.2	Термические методы анализа.	30	6	-	12	12
1.3	Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ	24	6	-	6	12
2.	Раздел 2	78	18		12	46
2.1	Оптическая спектроскопия	24	6	-	6	12
2.2	Элементный анализ	22	6	-	-	16
2.3	Оптическая микроскопия	32	6	-	8	18
	ИТОГО по разделам	144	32	-	32	80
	Экзамен	36				
	ИТОГО	180				

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1.

1. Введение. Классификация методов физико-химического анализа.

2. Термические методы анализа. Термический и дифференциально-термический методы анализа. Термогравиметрический и дифференциально-термогравиметрический методы анализа. Оборудование для термографии. Требования к эталонам. Вид кривых ДТА и ТГА. Факторы, влияющие на вид кривых ДТА и ТГА. Термогазоволюмометрический анализ. Термоэлектрометрический анализ. Дилатометрический анализ.

3. Методы исследования структуры материалов электроники. Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Уравнение Вульфа-Брэгга, правила Лауэ. Принципы и возможности метода порошка, оборудование, расчет дифрактограмм. Определение категории, сингонии, параметров решетки, рентгеновской плотности кристаллов. Влияние размеров частиц на рентгеновскую дифракцию в них. Полнопрофильный метод Ритвельда. Современные методы компьютерного расчета дифрактограмм.

Раздел 2.

1. Оптическая спектроскопия. Спектры поглощения и пропускания. Рассеяние. Экстинкция. Диапазон прозрачности материала. Связь оптических и электронных характеристик. Расчет энергетических параметров по оптическим спектрам. Правило Урбаха. Метод Тауца. Спектрофотометры.

2. Элементный анализ. Электронно-зондовый рентгеноспектральный микроанализ. Теоретические основы метода. Вторичные и обратнорассеянные электроны, характеристическое излучение. Устройство микроанализатора. Исследование поверхности, фазового и элементного состава. Особенности подготовки образцов. Требования к эталонам.

3. Исследования механических и прочностных характеристик материалов электроники. Измерение микротвердости и трещиностойкости материалов. Исследование коэффициента линейного термического расширения дилатометрическим методом. Исследование температуры размягчения электровакуумного стекла.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Компетенции	Раздел 1	Раздел 2
<i>Знать:</i>		
- современное состояние в области исследования структуры и состава монокристаллов	+	+
- теоретические основы и классификацию методов анализа, области их применения, возможности и ограничения	+	+
- устройство и функциональные возможности оборудования, используемого для анализа	+	+
<i>Уметь:</i>		
- интерпретировать результаты анализа материалов рассмотренными в курсе методами	+	+
- сравнивать и сопоставлять результаты исследования материалов разными методами	+	+
- выбирать метод анализа исходя из поставленных задач исследования и характеристик исследуемого материала	+	+
<i>Владеть:</i>		
- навыками использования методов анализа для решения практических научно-исследовательских задач.	+	+
<i>Профессиональные компетенции:</i>		
– способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест (ПК-5);	+	+
–готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования (ПК-8);	+	+
–способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования (ПК-9);	+	+
–способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа (ПК-10);	+	+
–способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-16);	+	+
–готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов (ПК-17);	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Не предусмотрены.

6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Методы исследования материалов электроники» в объеме 32 часа (1 зач. ед.). В практикум входит 6 работ, примерно по 5-6 ч на каждую работу. В зависимости от трудоемкости включенных в практикум работ их число может быть уменьшено. Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине, а также дает знания о методиках определения характеристик электронных и оптических материалов.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 40 баллов (по 6-7 баллов за каждую работу в зависимости от трудоемкости). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примерный перечень лабораторных занятий

№ пп	Раздел	Темы лабораторных занятий	Часы
1	1.	Построение диаграммы состояния двухкомпонентной системы по данным дифференциально-термического анализа (7 баллов).	5
2		Исследование процессов разложения солей методом термогравиметрии (6 баллов).	5
3		Рентгенофазовый анализ вещества высшей или средней сингонии, включая индифференцирование и расчет параметров (6 баллов).	5
4	2.	Определение коэффициента термического расширения стекла dilatометрическим методом (7 баллов).	6
5		Определение температуры размягчения стекла методом вытягивания нити (7 баллов).	6
6		Определение ширины запрещенной зоны кристалла спектроскопическим методом (7 баллов).	5

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины «Методы исследования материалов электроники» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 80 акад. час.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по курсу и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях учебного материала;
- подготовку к выполнению контрольной работы по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче лабораторного практикума и экзамена по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Не предусмотрена

8.2 Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрена контрольная работа. Максимальная оценка за контрольную работу составляет 20 баллов. Контрольная работа состоит из одного вопроса.

Примеры контрольных вопросов

1. Как определить полноту протекания синтеза шихты для роста монокристаллов и образование нужной кристаллической фазы?
2. Как определить точный параметр решетки кубического кристалла и его показатель преломления, если он > 2 ?
3. При длительной термообработке стекла состава $2\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-}3\text{GeO}_2$ поочередно выпадают 2 кристаллические фазы: сначала моноклинная Bi_2GeO_5 , а затем кубическая $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$. Как экспериментально определить время, необходимое для получения только $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$?
4. Имеется пластина, вырезанная из предположительно оптически одноосного кристалла перпендикулярно его оптической оси. Как подтвердить одноосность кристалла, определить его ориентацию, оптический знак?
5. Каким методом можно проверить чистоту соли AgI и наличие ее полиморфных модификаций?
6. Какими методами можно определить температуры стеклования, кристаллизации и размягчения впервые полученного стекла?
7. Концентрация Be в бериллиевой бронзе (сплав Cu-Be) может колебаться от 1 до 3 вес.%. Известно, что при оптимальной концентрации бериллия (2 вес.%) прочность меди возрастает в 6 раз. Каким методом можно установить точное содержание бериллия в бронзе?
8. Из-за недостаточной чистоты исходных реактивов лантанборатное стекло получилось светло-зеленого цвета. Такую окраску могут давать ионы Cr , Pr , Dy в малых концентрациях. Какими методами определить, какой именно ион отвечает за окраску?
9. Непрозрачный поликристаллический материал окрашен в зеленый цвет. Каким методом можно определить количество фаз в нем? На какие длины волн приходится максимум спектра отражения и как его снять?
10. В вашем распоряжении имеется пластина из прозрачного, бесцветного, высококачественного, хорошо отполированного монокристалла. Спектр пропускания показывает максимальное пропускание всего в 75%. В чем может быть причина такого малого пропускания и как это можно подтвердить?
11. Анализ состава прозрачного кристалла показывает высокую чистоту, однако кристалл окрашен в желтый цвет. С чем это может быть связано и как подтвердить свою догадку?
12. Оксид висмута имеет 4 полиморфные модификации. Две из них стабильны, две - метастабильны. Как определить температуры фазовых переходов?
13. В непрозрачном диэлектрическом образце есть включения других веществ, каждое объемом около 3 мкм^3 . Каким методом можно определить состав включений, не разрушая образец?

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (экзамен).

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов. Экзаменационный билет содержит 2 вопроса, каждый по 20 баллов. Первый вопрос - теоретический, второй - задача.

Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины

Теоретические вопросы

1. Параметры спектров поглощения, физический смысл границ окна прозрачности и линий поглощения.
2. Термогравиметрический и дифференциально-термогравиметрический анализ. Вид кривых ТГ и ДТГ. Факторы, влияющие на вид кривых.
3. Порядок подготовки образцов для РФА и расшифровки рентгенограмм. Расчет параметров ячейки, рентгеновской плотности, размеров частиц. Определение границы существования твердых растворов.
4. Рентгенофазовый анализ. Формула Вульфа-Брэгга. Индексирование рентгенограмм кубической сингонии
5. Электронно-зондовый рентгеноспектральный микроанализ. Требования к эталонам. Подготовка образцов.
6. Термоэлектрометрический анализ. Возможности метода.
7. Термогазоволюмометрический анализ. Возможности метода.
8. Теоретические основы электронно-зондового рентгеноспектрального микроанализа. Достоинства и недостатки метода.
9. Кристаллооптический анализ монокристаллических и поликристаллических образцов. Возможности метода.
10. Методы анализа элементного состава кристаллов. Сравнение методов.
11. Дилатометрический анализ. Изменение линейных и объемных размеров образца. Оборудование для измерений.
12. Вискозиметрический анализ. Основные методы измерения для материалов с различной вязкостью. Измерение вязкости расплавов.

Задачи

1. В процессе варки в корундовых тиглях стекол на основе оксида висмута происходит загрязнение расплава (стекломассы) материалом тигля. При этом, малое время варки ухудшает оптические качества стекла. Как определить оптимальное время варки, при котором стекло будет хорошего качества, но с наименьшим количеством примеси?
2. Как можно определить наличие и ширину области гомогенности конгруэнтно плавящегося соединения АВ на Т-Х диаграмме состояния системы А-В?
3. Ионы Cr могут входить в структуру германосилленита $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ в различных зарядовых состояниях. Каким методом можно определить зарядовое состояние хрома в данной структуре, если известно, что хром изменяет окраску кристалла?
4. Какие методы анализа следует использовать для определения положения линий солидуса и ликвидуса на диаграмме состояния двухкомпонентной системы, определения температур фазовых переходов и идентификации фаз?
5. Какими методами можно определить степень дефектности кристалла по протяженным и точечным дефектам, если известна его плотность?
6. Кристаллическая структура эвлитина $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ допускает частичное замещение ионов Bi^{3+} на ионы Nd^{3+} путем введения Nd_2O_3 . Как определить концентрационный предел такого замещения и построить фрагмент Т-Х диаграммы состояния системы

- $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ - Nd_2O_3 ?
7. Как определить полноту протекания синтеза шихты для роста монокристаллов и образование нужной кристаллической фазы?
 8. Как определить точный параметр решетки кубического кристалла и его показатель преломления, если $n > 2$?
 9. При росте лент сапфира методом Степанова возможно получение блочной структуры. Как проверить выращенную ленту на монокристалличность?
 10. При разных температурах термообработки стекла состава $2\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-}3\text{GeO}_2$ в стекле могут образовываться 2 кристаллические фазы: моноклинная Bi_2GeO_5 или кубическая $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$. Как определить температуру термообработки, необходимую для получения только $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$?
 11. Кристалл кварца, выращенный гидротермальным методом, имеет включения размером 4 мм в виде веретенообразной полости, заполненной второй фазой, и окрашен в голубой цвет, причиной которого могут быть ионы Co^{3+} или Cu^{2+} . Как определить состав включения и причину голубой окраски?

8.4 Структура и примеры билетов для экзамена

Итоговый контроль проводится в форме экзамена. Билет для проведения экзамены содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 20 баллов. Общая оценка зачета складывается путем суммирования оценок за контрольную работу (максимум 20 баллов), оценок за лабораторные работы (6 работ, максимум 40 баллов) и ответ на экзамене (максимум 40 баллов). Максимальная оценка по курсу – 100 баллов.

Пример билета к экзамену

«Утверждаю» Зав. кафедрой ХТК И.Х. Аветисов «__» _____ 20__	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии кристаллов
	18.03.01 Химическая технология
	Профиль - Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники
Методы исследования материалов электроники	
Билет № 1 1. 11. Дилатометрический анализ. Изменение линейных и объемных размеров образца. Оборудование для измерений. 2. При разных температурах термообработки стекла состава $2\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-}3\text{GeO}_2$ в стекле могут образовываться 2 кристаллические фазы: моноклинная Bi_2GeO_5 или кубическая $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$. Как определить температуру термообработки, необходимую для получения только $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$?	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1 Рекомендуемая литература

А) Основная литература:

1. Н.Г. Горашенко, О.Б. Петрова, И.В. Степанова. Методы исследования материалов

электронной техники и наноматериалов. Лабораторный практикум: учеб. пособие / – М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2012. – 94 с.

2. Павличенко, Л.А. Термический анализ двухкомпонентных систем [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Л.А. Павличенко, Г.В. Булидорова, Ю.Г. Галяметдинов. — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ, 2013. — 104 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/73440> — Загл. с экрана.

Б) Дополнительная литература

1. Белозеров В.В. Современные методы диагностики материалов и изделий из них. / Белозеров В.В., Босый С.И., Буйло С.И., Прус Ю.В. – Ростов н/Д : ЮФУ, 2007. – 224 с.
2. Альмяшев В.И., Гусаров В.В. Термические методы анализа: учеб. пособие/ А 57 СПбГЭТУ (ЛЭТИ).– СПб.,1999. – 40 с.
3. Ландсберг Г.С. Оптика: Учеб. пособие для вузов. изд. 6-е –М. : Физматлит, 2010. – 848 с.
4. Васильев Е.К. Качественный рентгенофазовый анализ / под ред. С. Б. Брандта. – Новосибирск: Наука, 1986. – 195 с.
5. Недома И.Н. Расшифровка рентгенограмм порошков / под ред. Л. Н. Расторгуева. – М.: Металлургия, 1975. – 423 с.

9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Журналы

1. Физико-химический анализ свойств многокомпонентных систем. ISSN 1819-5830.

Интернет-ресурсы

- <http://www.portalnano.ru> - Нанотехнологии и наноматериалы. Федеральный интернет-портал
- www.centerprioritet.ru – СМЦ «Приоритет» - техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания
- <http://nano-portal.ru/> - Нано Портал - Нанотехнологии России
- <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx> - Scientific research. Open Access
- <http://www.intechopen.com/> - In Tech. Open Science
- <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета.

Поиск книг и журналов

- <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://lib.msu.su> - Научная библиотека Московского государственного университета
- <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
- <http://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах
- <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
- <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 7, (общее число слайдов – 358);
- комплекты готовых экспериментальных данных (результатов дифференциального-термического, термогравиметрического, рентгенофазового анализа) – 10;
- образцы стекол и кристаллов для кристаллооптических и спектральных измерений - 20
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 25);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 40).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 12.04.2019).
- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/93/91/5> (дата обращения: 12.04.2019).
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 12.04.2019).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 12.04.2019).
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 12.04.2019).
- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://i-exam.ru/> (дата обращения: 12.04.2019).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Методические рекомендации по организации учебной работы студента, обучающегося в бакалавриате, направлены на повышение эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по курсу.

Дисциплина «Методы исследования материалов электроники» включает 2 раздела. При изучении материала рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе.

Рабочая программа дисциплины «Методы исследования материалов электроники» предусматривает проведение лабораторного практикума. Работы выполняются в часы,

выделенные учебным планом в 7 семестре. Лабораторный практикум выполняется после завершения лекционной части курса. В задачи подготовки к выполнению лабораторных работ входит приобретение навыков работы с информационными ресурсами, получение опыта проведения работ, обработки, анализа полученных результатов, формулирования выводов по выполненной работе, закрепление правил оформления лабораторных работ.

При подготовке к работам, а также при выполнении и оформлении лабораторных работ студент должен руководствоваться следующими основными принципами:

- активное использование лекционного материала и литературных источников, представленных в учебной программе;
- строгое следование порядку проведения лабораторной работы в части методик измерения и расчетов, а также в части настройки и эксплуатации лабораторного оборудования;
- критическое восприятие полученных в результате работы данных и аналитический подход к их обработке; соотнесение их с общеизвестными данными для аналогичных материалов и методик.

Содержание и оформление работ оценивается в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка лабораторной работы составляет 6-7 баллов в зависимости от трудоемкости работы. Совокупная оценка текущей работы студента складывается из оценок за контрольную работу и лабораторные работы. Максимальная оценка текущей работы в каждом семестре составляет 60 баллов.

В соответствии с учебным планом изучение материала всей дисциплины завершается итоговым контролем в форме экзамена. Максимальная оценка экзамена составляет 40 баллов.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Дисциплина «Методы исследования материалов электроники» изучается в 7 семестре бакалавриата.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен учитывать, что студенты, обучающиеся в бакалавриате, имеют определенную подготовку по общим и специальным дисциплинам профиля, полученную ими при обучении на предыдущих курсах, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал курса должен быть ориентирован на современную трактовку изучаемых вопросов, отличаться широтой и глубиной их проработки, включать элементы научной дискуссии. Необходимо обращать внимание студентов на обоснование круга рассматриваемых вопросов, формулировки основных положений и определений, практические выводы из теоретических положений, области применения полученных знаний. На занятиях должна прослеживаться связь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Методы исследования материалов электроники», является формирование у студентов широкого кругозора и эрудиции в области современных физико-химических методов анализа материалов электроники, выбора методов анализа, пробоподготовки, планирования комплексного анализа материала. Преподаватель должен акцентировать внимание студентов на вопросах пределов определения, погрешностей анализа, трудностей пробоподготовки. При проведении занятий желательно обращаться к опыту ведущих отечественных и зарубежных научных групп, использовать их научно-информационные и рекламные материалы компаний, производящих аналитическое оборудование, проводить сравнительный анализ различных аналитических приборов и методов. При проведении

лабораторных работ желательно использовать образцы и экспериментальные данные, полученные в ходе реальных научных исследований кафедры химии и технологии кристаллов, чтобы подчеркнуть необходимость и важность применения различных методов исследования материалов.

В вводной лекции курса следует остановиться на классификации методов анализа.

В разделе «Термические методы анализа» рекомендуется акцентировать внимание на многообразии термических методов анализа, возможностях этих методов. В разделе «Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ» - рассмотреть современное программное обеспечение, позволяющее проводить расчет рентгенограмм и моделирование кристаллических структур. В разделе «Оптическая спектроскопия» - обратить внимание на характерные особенности спектров поглощения кристаллов и стекол, легированных редкоземельными и переходными хромофорами. В разделе «Элементный анализ» разобрать локальность, а также влияние пробоподготовки и отбора пробы на возможные погрешности измерений. В разделе «Оптическая микроскопия» кратко повторить и существенно расширить практическое применение материалов курса «Физическая электроника и электронные приборы» в части связи оптических и электронных процессов в материалах.

Иллюстративный материал включает презентации по разделам курса, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, PowerPoint в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам дополнительную литературу по тематике занятия. Желательно стимулировать студентов к самостоятельной работе с литературными источниками, в том числе с уже прослушанными лекциями по курсу, задавая вопросы и организуя их обсуждение в аудитории.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 составляет 1708373 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-827/2018 от 26.09.2018 г. Сумма договора – 357 000-00 С «26» сентября 2018г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань" — ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в которых интегрированы бесплатные сервисы для незрячих студентов и синтезатор речи. Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва "Лань", Национальный Открытый Университет"ИНТУИТ", "Инженерно-технические науки" изд-ва "Лань".
	ЭБС «ЛАНЬ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г. Сумма договора – 642 083-68 С «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», Национальный Открытый Университет«ИНТУИТ», Инженерно-технические науки" изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» изд-ва Дашков и К. А также отдельные издания в соответствии с Договором.

2.	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru».	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ», договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г. Сумма договора - 934 693-00 С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Электронные версии периодических и неперiodических изданий по различным отраслям науки
4	Издательство Wiley	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Wiley/130 от 10.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.
5	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Reaxys /130 от 10.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
6	Scopus	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER

		№ Scopus/130 от 09.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.scopus.com. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	
7	Ресурсы международной компании Clarivate Analytics	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № WoS/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.
8	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество)	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № RSC/130 от 08.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.

9	База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № CAS/130 от 23.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://scifinder.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.	SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.
10	Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ № исх.- 1294 от 09 10 2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.	«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2014-2018гг.
11	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-1299/2018 от 06.03.2019 г. С «06» марта 2019г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Сумма договора – 73 247-39 Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция книг по естественно-научным и техническим отраслям наукам.
12	ЭБС «ЮРАЙТ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора – ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ», Договор № №29.01-3-2.0-1168/2018 от 11.01.2019 г. С «11» января 2019 г. по «10» января 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС - https://biblio-online.ru/ Сумма договора – 220 000-00 руб. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Методы исследования материалов фотоники» проводятся в форме лекций, практических и лабораторных занятий и самостоятельной работы студента.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Учебная лаборатория, оснащенная лабораторной мебелью, научным и технологическим оборудованием для проведения лабораторных работ.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Операционная система Microsoft Windows 10 Education (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching, соглашение от 31.01.2019 ICM-169788, номер подписки IM91021, действительно до 30.01.2021, счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021
2	Microsoft Visio Professional 2019 (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching, соглашение от 31.01.2019 ICM-169788, номер подписки IM91021,	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021

		действительно до 30.01.2021, счет от 31.01.2019 № 9552830795		

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1.	Знает: - современное состояние в области исследования структуры и состава монокристаллов. - теоретические основы и классификацию методов анализа, области их применения, возможности и ограничения. - устройство и функциональные возможности оборудования, используемого для анализа. Умеет: - интерпретировать результаты анализа материалов рассмотренными в курсе методами. - сравнивать и сопоставлять результаты исследования материалов разными методами. - выбирать метод анализа исходя из поставленных задач исследования и характеристик исследуемого материала. Владеет: - навыками использования методов анализа для решения практических научно-исследовательских задач.	Оценка за контрольную работу Оценка за лабораторные работы 1-3 Оценка за экзамен
Раздел 1.	Знает: - современное состояние в области исследования структуры и состава монокристаллов. - теоретические основы и классификацию методов анализа, области их применения, возможности и ограничения. - устройство и функциональные возможности оборудования, используемого для анализа. Умеет: - интерпретировать результаты анализа материалов рассмотренными в курсе	Оценка за контрольную работу Оценка за лабораторные работы 4-6 Оценка за экзамен

	методами. - сравнивать и сопоставлять результаты исследования материалов разными методами. - выбирать метод анализа исходя из поставленных задач исследования и характеристик исследуемого материала. Владеет: - навыками использования методов анализа для решения практических научно-исследовательских задач.	

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья на основании письменного заявления обучение по дисциплине реализуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее-индивидуальных особенностей); обеспечивается соблюдение следующих общих требований: использование специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего такому обучающемуся необходимую техническую помощь, обеспечение доступа в здания и помещения, где проходит учебный процесс, другие условия, без которых невозможно или затруднено изучение дисциплины.

Обеспечивается соблюдение следующих общих требований: проведение обучения по дисциплине для студентов-инвалидов лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся; присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего(их) обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей; пользование необходимыми обучающимся техническими средствами с учетом их индивидуальных особенностей.

Все локальные нормативные акты РХТУ им. Д.И. Менделеева по вопросам реализации дисциплины (модуля) практики, доводятся до сведения обучающихся с ограниченными возможностями здоровья в доступной для них форме.

Продолжительность прохождения промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности увеличивается по письменному заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья; продолжительность экзамена и (или) зачета, проводимого в письменной форме, увеличивается не менее чем на 0,5 часа; продолжительность подготовки обучающегося к ответу на экзамене и (или) зачете, проводимом в письменной форме, – не менее чем на 0,5 часа; продолжительность ответа обучающегося при устном ответе увеличивается не более чем на 0,5 часа.

**Дополнения и изменения к рабочей программе
«Методы исследования материалов электроники»
основной образовательной программы**

18.03.01 «Химическая технология»

Профиль – «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и
нанoeлектроники»

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата»

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения, договоров с ЭБЦ и информационных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 1 от «31» августа 2019 г
2.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«Утверждаю»

ректор

(Руководитель образовательной организации)

А.Г. Мажуга

(Подпись)

(И.О. Фамилия)

«_____» _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Физическая химия идеального кристалла. Кристаллография»
(Б1.В.ОД.5)**

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной
техники и нанoeлектроники»

Квалификация – бакалавр

Программа одобрена
Методической комиссией
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«31» мая 2019 г.

Председатель _____ **Н.А. Макаров**
(Подпись) (И.О. Фамилия)

Москва 2019 г.

Программа составлена:
доцентом кафедры химии и технологии кристаллов
П.П. Файковым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии кристаллов
РХТУ им.Д.И. Менделеева «21» мая 2019 г., протокол № 13.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели и задачи дисциплины	4
2.	Требования к результатам освоения дисциплины	4
3.	Объем дисциплины и виды учебной работы	5
4.	Содержание дисциплины	5
	4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	5
	4.2. Содержание разделов дисциплины	6
5.	Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины	8
6.	Практические и лабораторные занятия	9
	6.1. Практические занятия	9
	6.2. Лабораторные занятия	9
7.	Самостоятельная работа	9
8.	Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	9
	8.3. Примеры контрольных вопросов для оценки освоения дисциплины	10
	8.4. Структура и примеры билетов для экзамена	10
9.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	11
	9.1. Рекомендуемая литература	11
	9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации	12
	9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины	14
10.	Методические указания для обучающихся	19
11.	Методические указания для преподавателей	20
12.	Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе	21
13.	Материально-техническое обеспечение дисциплины	15
	13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе	16
	13.2. Учебно-наглядные пособия	16
	13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства	16
	13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы	17
14.	Требования к оценке качества освоения программы	18
15.	Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	19

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники», в соответствии с рекомендациями методической комиссии РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплин профиля на кафедре химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к вариативной части учебного плана, к блоку обязательных дисциплин (Б1.В.ОД.5) и рассчитана на изучение дисциплины в 4 семестре обучения. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей химии, математики и физики.

Цель дисциплины – формирование у студентов представления о внутреннем строении кристаллических материалов, взаимосвязи внутреннего строения с внешней формой и физико-химическими свойствами для создания функциональных материалов.

Основные задачи - изучение основных понятий кристаллографии, кристаллохимии; освоение общих принципов классификации и описания кристаллических структур; формирование представлений физико-химических свойствах кристаллических веществ и их взаимосвязи с внутренней структурой.

Дисциплина «Физическая химия идеального кристалла. Кристаллография» закладывает основы знаний, необходимых для изучения в последующем процессе обучения других специальных дисциплин. Курс опирается на ранее изученные курсы общей и неорганической химии, физической химии, аналитической химии, физики, математики.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины при подготовке бакалавров по направлению 18.03.01 «Химическая технология»; профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» способствует формированию следующих компетенций:

Профессиональных:

- способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (**ПК-16**);
- готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления (**ПК-19**).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- знать основные законы ограничения кристаллов, элементы и теоремы симметрии, основные типы кристаллических структур
- о связи симметрии внутреннего строения кристаллического вещества и симметрии его физических свойств, в том числе симметрии внешнего облика.
- основные категории кристаллохимии и соотношения между ними

Уметь:

- определять точечную группу симметрии и простые формы граней кристалла,
- использовать законы кристаллографии при определении симметрии кристалла,
- строить гномостереографические проекции кристаллических многогранников.

Владеть:

- качественным и количественным навыком описания строения и свойств кристаллов, обусловленных их внешней и внутренней симметрией и кристаллохимическими особенностями структуры

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс изучается в 4 семестре бакалавриата на базе знаний, полученных студентами на первых курсах. Контроль освоения студентами материала курса осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

Виды учебной работы	Всего	
	Зач. ед.	Ак. час.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1	32
Лекции (Лек)	0,5	16
Практические занятия (ПЗ)	0,5	16
Самостоятельная работа (СР):	1	40
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1	40
Виды контроля:		
Экзамен	1	36
Контактная работа –промежуточная аттестация	0,1	0,4
Подготовка к экзамену	0,9	35,6

Виды учебной работы	Всего	
	Зач. ед.	Астр. час.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	1	24
Лекции (Лек)	0,5	12
Практические занятия (ПЗ)	0,5	12
Самостоятельная работа (СР):	1	30
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1	30
Виды контроля:		
Экзамен	1	27
Контактная работа –промежуточная аттестация	0,1	0,3
Подготовка к экзамену	0,9	26,7

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**4.1. Разделы дисциплины и виды занятий**

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек-ции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1	Кристаллография.		6	6		15
	1.1. Введение.		0,5	-		-
	1.2. Основные законы огранения кристаллов		1	1		3
	1.3. Кристаллографические проекции кристаллов.		1	1		3
	1.4. Симметрия кристаллов. Точечные группы		1,5	1		3

	симметрии.					
	1.5. Симметрия внешнего облика кристаллов.		1	2		3
	1.6. Элементы симметрии кристаллических структур.		1	1		3
2	Основы кристаллохимии		6	6		15
	2.1. Кристаллохимические характеристики структуры.		1	1,5		3
	2.2. Критерии устойчивости существенно ионных кристаллов.		1	1,5		3
	2.3. Теория плотнейших упаковок и ее использование при описании структур кристаллов.		2	1		3
	2.4. Основные категории кристаллохимии и соотношения между ними.		1	1		3
	2.5. Изоморфизм и полиморфизм.		1	1		3
	ИТОГО	72	12	12	-	30
	Экзамен	36				
	ИТОГО	108				

4.2. Содержание разделов дисциплины

Модуль 1. Кристаллография.

1.1. Введение.

Предмет кристаллографии, ее место среди других естественных наук. Общая характеристика кристаллического состояния. Монокристаллы, поликристаллы, текстуры, жидкие кристаллы. Макроскопические характеристики кристаллов - однородность, анизотропия, симметрия, способность к самоограничению. Понятие габитуса кристалла. Элементы пространственной решетки кристаллов: узел, ряд, плоская сетка.

1.2. Основные законы ограничения кристаллов.

Симметрия внешнего облика и внутреннего строения кристалла; огранка кристалла, кристаллическая решетка. Символы граней и направлений в кристалле. Индексы Миллера, параметры Вейсса. Закон постоянства углов (Н. Стенона). Закон рациональных параметров, закон Гаюи, закон Браве.

1.3. Кристаллографические проекции кристаллов.

Понятие полярного комплекса. Сферическая проекция. Стереографическая проекция. Гномостереографическая проекция. Определение символов граней и ребер. Закон зон.

1.4. Симметрия кристаллов. Точечные группы симметрии.

Понятие о симметрии. Элементы симметрии конечных фигур: плоскость симметрии, центр инверсии, простые поворотные, инверсионные и зеркально-поворотные оси симметрии. Теоремы о сложении элементов симметрии. Аналитическая запись преобразований симметрии. Точечные группы симметрии: единичные и симметрично-равные направления. Кристаллографические категории, сингонии. Вывод 32 точечных групп симметрии. Классы симметрии кристаллов. Кратность групп симметрии. Символика групп симметрии: учебная, международная, Шенфлиса. Кристаллографическая система координат.

1.5. Симметрия внешнего облика кристаллов.

Формы кристаллов. Частная и общие простые формы кристаллов. Открытые и закрытые простые формы. Простые формы кристаллов низшей категории. Простые формы кристаллов средней категории. Простые формы кристаллов высшей категории. Определение точечной группы кристалла по его внешнему облику. Построение гномостереографических проекций кристаллических многогранников.

1.6. Элементы симметрии кристаллических структур.

Пространственные группы Е.С. Федорова. Пространственная решетка — главный

элемент симметрии кристаллических структур, геометрическое представление трехмерной периодичности расположения атомов, ионов, молекул. Элементарная ячейка: 14 решеток Браве. Базис ячейки. Трансляционные элементы симметрии: плоскости скользящего отражения и винтовые оси. Теоремы о сочетании операций симметрии структур. Общие представления о 230 пространственных группах, принципы их вывода. Символика пространственных групп. Правильные системы точек, их характеристики. Обратная решетка. Основы рентгеноструктурного анализа кристаллических тел.

Модуль 2. Основы кристаллохимии.

2.1. Кристаллохимические характеристики структуры.

Основные понятия и термины кристаллохимии: координационное число, координационный многогранник, число формульных единиц. Типы химической связи и их реализация в кристаллических структурах. Определение атомных и ионных радиусов. Геометрические пределы устойчивости ионных структур.

2.2. Критерии устойчивости существенно ионных кристаллов, правила Полинга. Правило Абега, Энергия решетки ионных кристаллов (Борн), цикл Борна-Габера. Закономерности связывающие периодическую систему и ионные радиусы. Зонная энергетическая структура кристалла, металлы полупроводники и диэлектрики. Металлическая связь и ее структурные свойства, переходные структуры (от металлической к ковалентной).

2.3. Теория плотнейших упаковок и ее использование при описании структур кристаллов.

Двухслойная (гексагональная) и трехслойная (кубическая) плотнейшие шаровые упаковки. Типы пустот в шаровых упаковках. Изображение структурных типов с помощью многогранников. Примеры структур, построенных на основе гексагональной плотнейшей упаковки (Mg, ZnS-вюрцит) и без нее (C-графит). Примеры кристаллических структур, построенных на основе трехслойной плотнейшей упаковки (Si, NaCl-галит, ZnS-сфалерит, CaTiO₃-перовскит) и без нее (C-алмаз, α -Fe, CsCl). Принципы описания кристаллических структур без плотнейших упаковок. Многослойные упаковки. Примеры описания многослойных упаковок: рутила TiO₂, шпинели MgAl₂O₄, корунда Al₂O₃ и др.

2.4. Основные категории кристаллохимии и соотношения между ними. Закон Аюи. Твердые растворы и фазовые диаграммы. Фактор толерантности и модельные структуры Гольдшмидта. Структурная гомология. Фазы вычитания и внедрения. Псевдосимметрия. Производные и вырожденные структуры, архетип. Структурная гомология на примере глинистых минералов.

2.5. Изоморфизм и полиморфизм.

Изоструктурность и изоморфизм. Типы изоморфизма: совершенный и несовершенный, изо- и гетеровалентный. Твердые растворы замещения, внедрения, вычитания. Пределы изоморфной заместимости. Фазовые переходы первого и второго рода на примере SiO₂. Температура Кюри. Различные случаи полиморфизма. Изменение симметрии и свойств кристаллов при фазовых переходах. Политипия.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Компетенции	Раздел	
	1	2
Знать:		
- знать основные законы огранения кристаллов, элементы и теоремы симметрии, основные типы кристаллических структур	+	
- о связи симметрии внутреннего строения кристаллического вещества и симметрии его физических свойств, в том числе		+

симметрии внешнего облика.		
-основные категории кристаллохимии и соотношения между ними		+
Уметь:		
-определять точечную группу симметрии и простые формы граней кристалла,	+	
-использовать законы кристаллографии при определении симметрии кристалла,	+	+
- строить гномостереографические проекции кристаллических многогранников.	+	+
Владеть:		
- качественным и количественным навыком описания строения и свойств кристаллов, обусловленных их внешней и внутренней симметрией и кристаллохимическими особенностями структуры	+	+
Профессиональные компетенции:		
– способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-16);	+	+
– готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления (ПК-19).	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Физическая химия идеального кристалла. Кристаллография» в объеме 12 час (0,5 зач. ед.). Практические занятия проводятся под руководством преподавателей и направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, расширение знаний в области практической кристаллографии.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел 1	Точечные группы симметрии	2
2	Раздел 1	Определение символов граней и ребер	2
3	Раздел 1	Простые формы кристаллов низшей категории. Простые формы кристаллов средней категории. Простые формы кристаллов высшей категории	2
4	Раздел 2	Плотнейшие шаровые упаковки.	2
5	Раздел 2	Типы пустот в шаровых упаковках	2
6	Раздел 2	Типы изоморфизма	2

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Программой дисциплины «Физическая химия идеального кристалла. Кристаллография» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 40 акад. час.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче экзамена по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Текущий контроль освоения дисциплины проводится в форме двух контрольных работ. Каждая контрольная работа охватывает материал одного раздела и состоит из двух вопросов – теоретического и практического. Каждый вопрос оценивается в 15 баллов. В сумме контрольные работы оцениваются в 60 баллов.

8.1. Примеры контрольных вопросов для оценки освоения дисциплины

Раздел 1.

Теоретические вопросы:

1. Основы кристаллографии. Симметрия кристаллов и анизотропия их свойств.
2. Решетки Браве
2. Атомные и ионные радиусы. Химическая связь.
3. Соотношение ионных радиусов и структура кристаллов. Типы структур кристаллов.
4. Структура и симметрия идеальных и реальных кристаллов; основные типы дефектов кристаллической структуры.
5. Что является элементами ограничения кристаллов?
6. Что принято в качестве схемы строения кристалла?
7. Закон постоянства углов в кристаллах между соответствующими гранями?

Практические вопросы:

5. Опишите ограничение для предложенного образца

Раздел 2.

Теоретические вопросы:

1. Сингония высшей категории?
2. Минерал, кристаллизующийся в высшей категории симметрии?
3. Количество целых чисел, определяющих положение всякой грани в пространстве?
4. Плотнейшая упаковка атомов и ионов?

Практические вопросы:

1. Формула симметрии сфалерита?
2. Формула симметрии гексагональной сингонии?
3. Формула симметрии галенита?
4. Формула симметрии оливина?
5. Сингония турмалина?

8.2 Структура и примеры билетов для экзамена

Итоговый контроль – экзамен

Билет для проведения экзамена содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 20 баллов. Общая оценка зачета складывается путем суммирования оценок за расчетно-реферативную работу (максимум 30 баллов), реферат (максимум 30 баллов) и ответ на зачете (максимум 40 баллов). Максимальная оценка зачета – 100 баллов.

Примеры контрольных вопросов

1. Основы кристаллографии. Симметрия кристаллов и анизотропия их свойств.
2. Решетки Браве
3. Атомные и ионные радиусы. Химическая связь.
4. Соотношение ионных радиусов и структура кристаллов. Типы структур кристаллов.
5. Структура и симметрия идеальных и реальных кристаллов; основные типы дефектов кристаллической структуры.
6. Политипизм и полиморфизм
7. Что является элементами ограничения кристаллов?
8. Что принято в качестве схемы строения кристалла?
9. Закон постоянства углов в кристаллах между соответствующими гранями?
10. Формула симметрии сфалерита?
11. Формула симметрии гексагональной сингонии?
12. Формула симметрии галенита?
13. Сингония высшей категории?
14. Формула симметрии оливина?
15. Сингония турмалина?
16. Минерал, кристаллизующийся в высшей категории симметрии?
17. Количество целых чисел, определяющих положение всякой грани в пространстве?
18. Плотнейшая упаковка атомов и ионов?

Пример билета.

«Утверждаю» Зав. кафедрой ХТК И.Х. Аветисов «__» _____ 20__	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии кристаллов
	18.03.01 Химическая технология
	Профиль - Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники
Физическая химия идеального кристалла. Кристаллография	
Билет № 1	
1. Атомные и ионные радиусы. 2. Политипизм и полиморфизм	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Шаскольская, М. П. Кристаллография: учебное пособие для вузов / М.П. Шаскольская. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1984. - 376 с.

Б. Дополнительная литература

1. Майер, А. А. Физическая химия твердого тела. Кристаллооптика [Текст] : учебное пособие / А.А. Майер. - М. : МХТИ, 1984. - 84 с : ил. - Библиогр.: с. 83.
2. Кристаллография. Лабораторный практикум. Под ред. Е.В.Чупрунова. М.: Физматлит, 2005, 412 с.
3. Балашов, В. А. Физическая химия твердого тела. Раздел "Группы симметрии" [Текст] : учебное пособие / В.А. Балашов. - М. : МХТИ, 1979. - 56 с : ил. - Библиогр.: с. 55.
4. Минералогия и кристаллография. Практические вопросы для аудиторных занятий и самостоятельной подготовки [Текст] : учебно-методическое пособие / сост. О. П. Баринова. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017. - 58 с. : ил. ; 3,49 усл.печ.л. - Библиогр.: с. 57.
5. Ю.К. Егоров-Тисменко. Кристаллография и кристаллохимия: учебник для вузов по специальности "Геология". М. : КДУ, 2010, 588 с.
6. Кристаллохимия. Краткий курс, Урусов В.С., Еремин Н.Н., М., Изд. МГУ, 2010г., 256 с.
7. Кристаллохимия, Бокий Г.Б., М., Изд. ЁЁ Медиа, 2012 г.,400 с.
(ISBN 978-5-458-30843-4, 5-458-30843-3 Воспроизведено в оригинальной авторской орфографии издания 1971 года)

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

–Журнал Кристаллография <https://sciencejournals.ru/journal/krist/> ISSN (PRINT): 0023-4761

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 40);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 40).
- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 05.03.2019).
- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/93/91/5> (дата обращения: 05.03.2019).
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа:

<http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 05.03.2019).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 05.03.2019).
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 05.03.2019).
- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://i-exam.ru/> (дата обращения: 05.03.2019).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Методические рекомендации по организации учебной работы студента, обучающегося в бакалавриате, направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по курсу.

Дисциплина «Физическая химия идеального кристалла. Кристаллография» включает 2 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

В соответствии с учебным планом изучение материала заканчивается контролем его освоения в форме экзамена (максимальная оценка – 40 баллов).

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Дисциплина «Физическая химия идеального кристалла. Кристаллография» изучается в 4 семестре бакалавриата.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен учитывать, что студенты, обучающиеся в бакалавратуре, имеют определенную подготовку по специальным дисциплинам профиля, полученную ими при обучении в бакалавриате, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал дисциплины должен быть ориентирован на современную трактовку изучаемых вопросов, отличаться широтой и глубиной их проработки, включать элементы научной дискуссии. Необходимо обращать внимание студентов на обоснование круга рассматриваемых вопросов, формулировки главных положений и определений, практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться связь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Физическая химия идеального кристалла. Кристаллография», является формирование у студентов широкого кругозора и эрудиции в области кристаллографии.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам дополнительную литературу по тематике занятия. Желательно стимулировать студентов к самостоятельной работе с литературными источниками, задавая вопросы и организуя их обсуждение в аудитории.

Контрольные работы проводятся в рамках практических занятий после проработки соответствующих практических и теоретических вопросов. Каждый вопрос оценивается в 15 баллов. На экзамен отводится 40 баллов.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 г. составляет 1 708 372 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-827/2018 от 26.09.2018 г. Сумма договора – 357 000-00 С «26» сентября 2018г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань" — ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в которых интегрированы бесплатные сервисы для незрячих студентов и синтезатор речи. Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва "Лань", Национальный Открытый Университет"ИНТУИТ", "Инженерно-технические науки" изд-ва "Лань".
	ЭБС «ЛАНЬ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №	

		33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г. Сумма договора – 642 083-68 С «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», Национальный Открытый Университет«ИНТУИТ», Инженерно-технические науки" изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» изд-ва Дашков и К. А также отдельные издания в соответствии с Договором.
2.	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru».	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ», договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г. Сумма договора - 934 693-00 С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Электронные версии периодических и неперидических изданий по различным отраслям науки
4	Издательство Wiley	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Wiley/130 от 10.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.
5	База данных Reaxys и Reaxys	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка	Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных

	Medicinal Chemistry Компании Elsevier	(Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Reaxys /130 от 10.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
6	Scopus	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Scopus/130 от 09.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.scopus.com. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER
7	Ресурсы международно й компании Clarivate Analytics	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № WoS/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.

8	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество)	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № RSC/130 от 08.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.
9	База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № CAS/130 от 23.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://scifinder.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.	SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.
10	Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ № исх.- 1294 от 09 10 2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.	«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2014-2018гг.

11	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-1299/2018 от 06.03.2019 г. С «06» марта 2019г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Сумма договора – 73 247-39 Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция книг по естественно-научным и техническим отраслям наук.
12	ЭБС «ЮРАЙТ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора – ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ», Договор № №29.01-3-2.0-1168/2018 от 11.01.2019 г. С «11» января 2019 г. по «10» января 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС - https://biblio-online.ru/ Сумма договора – 220 000-00 руб. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Физическая химия идеального кристалла. Кристаллография» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса; наборы образцов габитусов кристаллов, кристаллических решеток.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, принтеры и программные средства; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

13.5 Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Операционная система Microsoft Windows 10 Education (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching , соглашение от 31.01.2019 ICM-169788 , номер подписки IM91021 , действительно до 30.01.2021 , счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021
2	Microsoft Visio Professional 2019 (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching , соглашение от 31.01.2019 ICM-169788 , номер подписки IM91021 , действительно до 30.01.2021 , счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Кристаллография.	<i>Знает:</i> - основные законы ограничения кристаллов, элементы и теоремы симметрии, основные типы кристаллических структур <i>Умеет:</i> - определять точечную группу симметрии и простые формы граней кристалла, - использовать законы кристаллографии при определении симметрии кристалла, <i>Владеет:</i> — - качественным и количественным навыком описания строения и свойств кристаллов, обусловленных их внешней и внутренней симметрией и кристаллохимическими особенностями структуры	Оценка за контрольную 1 Оценка на экзамене
Раздел 2. Основы кристаллохимии.	<i>Знает:</i> - основные категории кристаллохимии и соотношения между ними <i>Умеет:</i> - использовать законы кристаллографии при определении симметрии кристалла, - строить гномостереографические проекции кристаллических многогранников.	Оценка за контрольную 2 Оценка на экзамене

	<i>Владеет:</i> – - качественным и количественным навыком описания строения и свойств кристаллов, обусловленных их внешней и внутренней симметрией и кристаллохимическими особенностями структуры	

15 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья на основании письменного заявления обучение по дисциплине реализуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее-индивидуальных особенностей); обеспечивается соблюдение следующих общих требований: использование специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего такому обучающемуся необходимую техническую помощь, обеспечение доступа в здания и помещения, где проходит учебный процесс, другие условия, без которых невозможно или затруднено изучение дисциплины.

Обеспечивается соблюдение следующих общих требований: проведение обучения по дисциплине для студентов-инвалидов лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся; присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего(их) обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей; пользование необходимыми обучающимся техническими средствами с учетом их индивидуальных особенностей.

Все локальные нормативные акты РХТУ им. Д. И. Менделеева по вопросам реализации дисциплины (модуля) практики, доводятся до сведения обучающихся с ограниченными возможностями здоровья в доступной для них форме.

Продолжительность прохождения промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности увеличивается по письменному заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья; продолжительность экзамена и (или) зачета, проводимого в письменной форме, увеличивается не менее чем на 0,5 часа; продолжительность подготовки обучающегося к ответу на экзамене и (или) зачете, проводимом в письменной форме, – не менее чем на 0,5 часа; продолжительность ответа обучающегося при устном ответе увеличивается не более чем на 0,5 часа.

**Дополнения и изменения к рабочей программе
«Физическая химия идеального кристалла. Кристаллография»
основной образовательной программы**

18.03.01 «Химическая технология»

Профиль – «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и
нанoeлектроники»

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата»

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения, договоров с ЭБЦ и информационных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 1 от «31» августа 2019 г
2.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«Утверждаю»

ректор

(Руководитель образовательной организации)

А.Г. Мажуга

(Подпись)

(И.О. Фамилия)

«_____» _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Процессы в газах и в вакууме»

(Б1.В.ОД.6)

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной
техники и нанoeлектроники»

Квалификация – бакалавр

Программа одобрена
Методической комиссией
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«31» мая 2019 г.

Председатель _____ **Н.А. Макаров**
(Подпись) (И.О. Фамилия)

Москва 2019 г.

Программа составлена:
профессором кафедры химии и технологии кристаллов
В.Е. Кочурихиным
доцентом кафедры химии и технологии кристаллов
М.М. Бябякиным

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии кристаллов
РХТУ им.Д.И. Менделеева «21» мая 2019 г., протокол № 13.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели и задачи дисциплины	4
2.	Требования к результатам освоения дисциплины	4
3.	Объем дисциплины и виды учебной работы	5
4.	Содержание дисциплины	5
	4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	5
	4.2. Содержание разделов дисциплины	6
5.	Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины	8
6.	Практические и лабораторные занятия	9
	6.1. Практические занятия	9
	6.2. Лабораторные занятия	10
7.	Самостоятельная работа	10
8.	Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	10
	8.1. Примерная тематика расчетной работы	10
	8.2. Примерная тематика рефератов	10
	8.3. Примеры контрольных вопросов для оценки освоения дисциплины	11
	8.4. Структура и примеры билета для зачета	17
9.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	17
	9.1. Рекомендуемая литература	17
	9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации	18
	9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины	18
10.	Методические указания для обучающихся	19
11.	Методические указания для преподавателей	20
12.	Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе	21
13.	Материально-техническое обеспечение дисциплины	23
	13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе	23
	13.2. Учебно-наглядные пособия	23
	13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства	23
	13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы	23
14.	Требования к оценке качества освоения программы	24

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и изделий электронной техники и нанoeлектроники», в соответствии с рекомендациями Методической комиссии РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплин профиля на кафедре химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к вариативной части учебного плана, к блоку обязательных дисциплин (Б1.В.ОД.6) и рассчитана на изучение дисциплины в 5 семестре обучения. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей химии, математики, физики, физической химии, кристаллографии.

Цель дисциплины – дать студентам знания о методах получения, измерения и сохранения вакуума, о физико-химической природе процессов, протекающих в вакууме при взаимодействии различных частиц с поверхностью твердых тел. Кроме того курс преследует цель дать сведения о методах расчета элементов вакуумных установок, методах проектирования вакуумных установок и подбора оборудования для различных технологических задач.

Задачами курса являются:

- изучение свойств и особенностей поведения газов при низких давлениях;
- изучение методов получения, измерения и сохранения низких давлений и соответствующего оборудования;
- приобретение практических навыков работы с вакуумными установками, измерения давлений с помощью манометров различных типов, навыков проведения вакуумных измерений;
- изучение методов расчета элементов вакуумных установок.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины при подготовке бакалавров по направлению 18.03.01 «Химическая технология»; профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» способствует формированию следующих компетенций:

Профессиональных:

- готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования (**ПК-2**);
- готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования (**ПК-8**);
- готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления (**ПК-19**).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- теорию и основные понятия физики вакуума;

- методы получения вакуума и основные типы вакуумных насосов;
- методы измерения низких давлений.

Уметь:

– обоснованно выбирать методы получения вакуума, соответствующие задачам эксперимента;

- использовать различные типы манометров;

Владеть:

- методами расчета и конструирования вакуумных систем;
- практическими навыками расчета парциальных давлений.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Дисциплина изучается в 5 семестре бакалавриата на базе знаний, полученных студентами на первых курсах. Контроль освоения студентами материала курса осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144
Аудиторные занятия:	2	64
Лекции (Лек)	1	32
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	1	32
Самостоятельная работа (СР):	2	80
Контактная самостоятельная работа		0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		79,8
Вид контроля: зачет с оценкой	-	-

Виды учебной работы	Всего	
	Зач. ед.	Астр. час.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	2	48
Лекции (Лек)	1	24
лабораторные занятия (ЛЗ)	1	24
Самостоятельная работа (СР):	2	60
Контактная самостоятельная работа	-	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2	59,85
Виды контроля: Зачет с оценкой	-	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек-ции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1	Молекулярно-кинетическая теория разреженных газов	72	16		16	40
2	Методы получения и измерения вакуума	72	16		16	40
	ИТОГО	144	32	-	32	80

4.2. Содержание разделов дисциплины

Модуль 1. Молекулярно-кинетическая теория разреженных газов.

Введение. Понятие о вакууме, вакуумной технике, вакуумных системах и установках. Роль вакуумных процессов в производстве электронных приборов и выращивании монокристаллов. Вакуум как рабочая среда электровакуумных приборов. Роль вакуума в осуществлении термоядерных реакций, имитации условий космического пространства, в металлургической промышленности.

Основные понятия физики вакуума. Длина свободного пробега молекул, число столкновений молекул между собой, число столкновений молекул со стенкой. Число Кнудсена.

Явления переноса в разреженных газах. Зависимость коэффициентов вязкости, теплопроводности и диффузии в разреженных газах от давления и температуры.

Пропускная способность трубопроводов и отверстий. Молекулярный, молекулярно-вязкостный и вязкостный режимы течения газов. Поток газа. Расчет пропускной способности трубопроводов в различных режимах течения. Расчет пропускной способности отверстий. Поток газа при натекании в вакуумные системы. Термомолекулярный эффект.

Молекулярные процессы на поверхности твердых тел. Процессы, происходящие при столкновении атомов и молекул с поверхностью твердых тел. Аккомодация и конденсация. Коэффициент аккомодации. Скорость испарения и конденсации твердых тел.

Газопоглотители. Виды газопоглотителей, назначение распыляемых и нераспыляемых газопоглотителей, области применения.

Адсорбция газов при низких давлениях. Особенности адсорбции газов при низких давлениях. Влияние гетерогенности поверхности на адсорбцию газов. Уравнение Дубинина-Радушкевича. Кинетика адсорбции при низких давлениях.

Взаимодействие ионов и электронов с поверхностью твердых тел. Процессы, происходящие при взаимодействии ионов с поверхностью твердых тел.

Рассеяние и поглощение ионов твердыми телами. Использование ионных пучков в технологии электронных приборов.

Поглощение ионов твердыми телами. Движение ускоренных ионов в веществе.

Ядерная и электронная тормозная способность. Величина пробега ионов в твердых телах. Распределение внедренных ионов по глубине. Модификация свойств твердых тел ионной бомбардировкой. Ионное легирование. Ионное распыление материалов. Пороговая энергия распыления. Коэффициент распыления. Ионное травление поверхности твердых тел.

Процессы, происходящие при взаимодействии электронов с твердыми телами. Упругое и неупругое рассеяние электронов. Движение поглощенных электронов в твердых телах. Глубина проникновения электронов в твердое тело. Тепловые эффекты при взаимодействии электронов с твердыми телами. Распределение плотности поглощенной энергии. Электронно-лучевое плавление и испарение.

Модуль 2. Методы получения и измерения вакуума.

Процесс откачки, основные характеристики процесса: предельно достижимое давление, быстрота действия насоса, быстрота откачки системы. Основное уравнение вакуумной техники.

Классификация насосов для получения вакуума. Принцип действия, характеристики, конструкции и области применения насосов различных типов: механических, молекулярных, пароструйных, сорбционных, криогенных и ионно-сорбционных.

Химическое поглощение газов. Распыляемые и нераспыляемые газопоглотители:

состав, конструкции, основные характеристики, области применения.

Классификация методов измерения общего давления. Механические, жидкостные, тепловые, электронные и магнитные манометры. Принцип действия, характеристики, конструкции, область применения.

Градуировка манометров для измерения низких давлений. Статические методы градуировки манометров- метод объемного расширения, метод медленного возрастания давления. Динамические методы градуировки, стандартный метод градуировки манометров

Измерение парциальных давлений. Конструкции и принципы работы приборов для анализа газовых смесей при низких давлениях: статический масс-спектрометр с магнитным полем, резонансный радиочастотный масс-спектрометр, времяпролетный масс-спектрометр, фильтр масс.

Основные принципы расчета и конструирования вакуумных систем. Принципы и методы расчета вакуумных систем. Типовые вакуумные системы. Выбор коэффициентов использования насосов. Расчет газовых потоков и проводимости элементов вакуумных систем. Выбор вакуумных насосов. Расчет форвакуумного баллона.

Промышленные вакуумные агрегаты.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Компетенции	Раздел	
	1	2
<i>Знать:</i>		
– теорию и основные понятия физики вакуума, особенности свойств газов при низких давлениях	+	
– методы получения вакуума и основные типы вакуумных насосов;		+
– методы измерения низких давлений, конструкцию вакууметров и области применения различных методов измерения низких давлений		+
<i>Уметь:</i>		
– обоснованно выбирать методы получения вакуума, соответствующие задачам эксперимента;	+	+
– выбрать и использовать различные типы манометров для измерения давления в различных областях низких давлений;		+
<i>Владеть:</i>		
– методами получения, измерения и сохранения вакуума в установках и приборах;		+
– методами расчета элементов вакуумных систем и конструирования вакуумных систем;.	+	+
<i>Профессиональные компетенции:</i>		
– готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования (ПК-2);	+	+

– готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования (ПК-8);		+
– готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления (ПК-19).	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены

6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и изделий электронной техники и нанoeлектроники» предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Процессы в газах и в вакууме» в объеме 32 часа (1 зач. ед.). Лабораторные и занятия проводятся под руководством преподавателей и направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, расширение знаний в области получения и измерения давлений и овладение практическими навыками работы на вакуумных установках

Примерный перечень лабораторных занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1.	Изучение устройства и характеристик тепловых и ионизационных манометров	4
2		Измерение адсорбции воздуха синтетическими цеолитами	4
3		Изучение поглощения газа распыляемым газопоглотителем	4
4		Определение давления диссоциации карбонатов щелочноземельных металлов	4
5	2.	Изучение устройства и характеристик вакуумного откачного поста	4
6		Градуировка ионизационного манометра	4
7		Определение характеристик пароструйного насоса	4
8		Расчет сорбционного насоса	4

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Процессы в газах и в вакууме» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 80 акад. час., в том числе самостоятельное изучение разделов дисциплины и выполнение домашних заданий в объеме 70 акад. час., выполнение расчетной работы по курсу в объеме 10 акад. час.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях учебного материала;
- выполнение расчетной работы по тематике курса;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;

- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче зачета по курсу.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика расчетной работы

Определение режима течения газа в трубопроводе заданных размеров, расчет проводимости трубопровода в вязкостном и молекулярном режиме течения, определение быстроты откачки системы. Максимальная оценка 7 баллов.

8.2. Примеры контрольных вопросов для оценки освоения дисциплины

Примеры контрольных вопросов для зачета

- 1 Длина свободного пробега молекул, число столкновений молекул со стенкой. Число Кнудсена. Низкий, средний и высокий вакуум.
- 2 Вязкость газов. Уравнение Ньютона для вязкости. Зависимость коэффициента вязкости от давления и температуры.
- 3 Теплопроводность газов. Уравнение Фурье. Зависимость теплопроводности газа от давления и температуры.
- 4 Диффузия в газах. Уравнения Фика. Зависимость коэффициента диффузии от давления и температуры.
- 5 Поток газа и пропускная способность (проводимость) элемента аппаратуры.
- 6 Режимы течения газов в трубопроводе.
- 7 Проводимости трубопровода в вязкостном режиме течения.
- 8 Проводимость трубопровода в молекулярном режиме течения.
- 9 Расчет пропускной способности отверстий. Термомолекулярный эффект.
- 10 Расчет проводимости короткого трубопровода
- 11 Быстрота откачки системы. Основное уравнение вакуумной техники. Связь быстроты откачки системы со скоростью откачки насоса при различных проводимостях трубопровода.
- 12 Принцип действия, характеристики, конструкции и области применения механических насосов.
- 13 Принцип действия, характеристики, конструкции и области применения пароструйных насосов.
- 14 Газопоглотители. Назначение и основные виды газопоглотителей.
- 15 Распыляемые газопоглотители. Состав, конструкции, основные характеристики и области применения.
- 16 Нераспыляемые газопоглотители. Состав, характеристики и области использования.
- 17 Насосы для области сверхвысокого вакуума.
- 18 Принцип действия, характеристики, конструкции и области применения геттерно-ионных насосов.
- 19 Принцип действия, характеристики, конструкции и области применения магнито-разрядных насосов.
- 20 Принцип действия, характеристики, конструкции и области применения молекулярных насосов.
- 21 Адсорбция газов. Особенности адсорбции газов при низких давлениях.
- 22 Влияние гетерогенности поверхности на адсорбцию газов. Уравнение изотермы

адсорбции Дубинина-Радушкевича.

23 Принцип действия, характеристики, конструкции и области применения сорбционных насосов.

24 Классификация манометров для измерения низких давлений

25 Мембранные манометры. Принцип действия, конструкции, области применения.

26 Жидкостные манометры. Принцип действия, конструкции, области применения.

27 Тепловые манометры. Принцип действия, конструкции, области применения.

28 Электронные манометры. Принцип действия, конструкции, области применения.

29 Магнитные манометры. Принцип действия, конструкции, области применения. Магнито-разрядные манометры.

30 Измерение сверхнизких давлений. Манометр Байярда-Альперта.

31 Принцип действия, характеристики, конструкции и области применения криогенных насосов.

32 Методы обнаружения мест натекания в вакуумных системах. Виды течеискателей и области их применения.

33 Гелиевые течеискатели. Принцип действия, области применения, достоинства и недостатки.

34 Галогенные течеискатели. Принцип действия, области применения, достоинства и недостатки.

35 Измерение парциальных давлений. Конструкции и принципы работы приборов для анализа газов при низких давлениях.

36 Статический масс-спектрометр. Конструкция, характеристики и области применения.

37 Омегатрон. Конструкция, характеристики и области применения.

8 Времяпролетный масс-спектрометр. Конструкция, характеристики и области применения.

39 Последовательность расчета вакуумных систем.

40 Определение совместимости насосов вакуумной системы.

41 Типовая схема промышленных вакуумных систем.

Итоговый контроль – зачет с оценкой

Итоговый контроль по разделу 1 проводится в форме устного опроса по результатам выполнения расчетного задания и отчетов по лабораторным работам. Билет для проведения зачета содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 20 баллов. Общая оценка зачета складывается путем суммирования оценок за расчетную работу (максимум 7 баллов), отчеты по лабораторным работам (максимум 53 балла) и ответ на зачете (максимум 40 баллов). Максимальная оценка зачета – 100 баллов.

Пример билета к зачету с оценкой.

<i>«Утверждаю» Зав. кафедрой ХТК И.Х. Аветисов</i>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии кристаллов
	18.03.01 Химическая технология
	Профиль - Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники
<i>«__» _____ 20__</i>	Процессы в газах и в вакууме

Билет № 1

- 1 Длина свободного пробега молекул, число столкновений молекул со стенкой. Число Кнудсена. Низкий, средний и высокий вакуум.
- 2 Принцип действия, характеристики, конструкции и области применения механических насосов.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Е.П. Шешин. Вакуумные технологии. Долгопрудный, Издательский дом «Интеллект», 2009 - 504 с.

Б. Дополнительная литература

1. Л.Н. Розанов. Вакуумная техника. М.: Высшая школа, 1990-288 с.
2. Саксаганский Г.Л. Электрофизические вакуумные насосы. Москва, Энергоатомиздат, 1988 -280 с.
3. Кондаков Б.В.,Кочурихин В.Е., Чашин В.А. п/ред Майера А.А. Лабораторные работы по курсу «Техника высокого вакуума» М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1980, вып. 1- 45 с., вып 2- 44 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Журнал Вакуумная техника и технология <http://www.vacuum.ru/magazine.html> ISSN: 0869-1738

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы используются следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- Набор плакатов с конструкциями вакуумных насосов
- комплект задач для формирования расчетной работы (40 задач)

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы :

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 23.03.2019).
- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/93/91/5> (дата обращения: 23.03.2019).
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 23.03.2019).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 23.03.2019).
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 23.03.2019).
- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://i-exam.ru/> (дата обращения: 23.03.2019).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Методические рекомендации по организации учебной работы студента, обучающегося в бакалавриате, направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по курсу.

Дисциплина «Техника высокого вакуума» включает 2 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе.

Рабочая программа дисциплины предусматривает выполнение расчетной работы. Эта работа выполняется в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу.

Целью выполнения расчетной работы является закрепление полученных знаний по дисциплине, расширение эрудиции студента в области современных методов расчета и проектирования вакуумных систем.

В задачи выполнения расчетной работы входит получение навыков проведения расчетов для определения проводимости элементов вакуумных установок, определения скорости откачки вакуумных установок и зависимости ее от размеров элементов установки.

При выполнении указанных видов самостоятельной работы студент должен руководствоваться следующими основными принципами:

Выполнение работы в первую очередь ориентировано на самостоятельную работу студента с информационными ресурсами – учебной, научно-технической и справочной литературой, ресурсами Интернета. Доступ к указанным ресурсам обеспечивается фондами научно-технической библиотеки вуза и городских научно-технических библиотек, электронными библиотеками и поисковыми системами Интернета,

Содержание и оформление работ оценивается в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. В соответствии с учебным планом изучение материала заканчивается контролем его освоения в форме зачета с оценкой (максимальная оценка – 40 баллов).

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Дисциплина «Процессы в газах и в вакууме» изучается в 5 семестре бакалавриата.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен учитывать, что студенты, обучающиеся в бакалавриате, имеют определенную подготовку по общенаучным дисциплинам профиля, полученную ими при обучении в бакалавриате, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал дисциплины должен быть ориентирован на современную трактовку изучаемых вопросов, отличаться широтой и глубиной их проработки, включать элементы научной дискуссии. Необходимо обращать внимание студентов на обоснование круга рассматриваемых вопросов, формулировки главных положений и определений, практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться связь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом, изложенным в других

учебных курсах.

Рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам дополнительную литературу по тематике занятия. Желательно стимулировать студентов к самостоятельной работе с литературными источниками, задавая вопросы и организуя их обсуждение в аудитории.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 г. составляет 1 708 372 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-827/2018 от 26.09.2018 г. Сумма договора – 357 000-00 С «26» сентября 2018г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань" — ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в которых интегрированы бесплатные сервисы для незрячих студентов и синтезатор речи. Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»- КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет),

	ЭБС «ЛАНЬ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г. Сумма договора – 642 083-68 С «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера	«Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва "Лань", Национальный Открытый Университет"ИНТУИТ", "Инженерно-технические науки" изд-ва "Лань". Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», Национальный Открытый Университет«ИНТУИТ», Инженерно-технические науки" изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» изд-ва Дашков и К. А также отдельные издания в соответствии с Договором.
2.	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеев а (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	ЭБС «Научно- электронная библиотека eLibrary.ru».	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ», договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г. Сумма договора - 934 693-00 С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Электронные версии периодических и неперидических изданий по различным отраслям науки
4	Scopus	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Scopus/130 от 09.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт –	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER

		http://www.scopus.com . Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	
5	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-1299/2018 от 06.03.2019 г. С «06» марта 2019г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Сумма договора – 73 247-39 Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция книг по естественно-научным и техническим отраслям наук.
6	ЭБС «ЮРАЙТ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора – ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ», Договор № №29.01-3-2.0-1168/2018 от 11.01.2019 г. С «11» января 2019 г. по «»10» января 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС - https://biblio-online.ru/ Сумма договора – 220 000-00 руб. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Процессы в газах и в вакууме» проводятся в форме лекций, лабораторных работ и самостоятельной работы студента.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса; манометртческие датчики различных типов

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.5 Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии

1	Операционная система Microsoft Windows 10 Education (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching , соглашение от 31.01.2019 ICM-169788 , номер подписки IM91021 , действительно до 30.01.2021 , счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021
2	Microsoft Visio Professional 2019 (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching , соглашение от 31.01.2019 ICM-169788 , номер подписки IM91021 , действительно до 30.01.2021 , счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Молекулярно-кинетическая теория разреженных газов	<i>Знает:</i> - теорию и основные понятия физики вакуума, особенности свойств газов при низких давлениях <i>Умеет:</i> - обоснованно выбирать методы получения вакуума, соответствующие задачам эксперимента; <i>Владеет:</i> - методами получения, измерения и сохранения вакуума в установках и приборах; - методами расчета элементов вакуумных систем и конструирования вакуумных систем;.	Оценка за расчетную работу Оценка за лабораторные работы (№№ 1-4) Оценка за контрольную работу Оценка за зачет
Раздел 2. Методы получения и измерения вакуума.	<i>Знает:</i> - методы получения вакуума и основные типы вакуумных насосов; - методы измерения низких давлений, конструкцию вакууметров и области применения различных методов измерения низких давлений <i>Умеет:</i> - обоснованно выбирать методы получения вакуума, соответствующие задачам эксперимента; - выбрать и использовать различные типы манометров для измерения давления в различных областях низких давлений; <i>Владеет:</i>	Оценка за расчетную работу Оценка за лабораторные работы (№№ 5-8) Оценка за контрольную работу Оценка за зачет

	- методами получения, измерения и сохранения вакуума в установках и приборах; - методами расчета элементов вакуумных систем и конструирования вакуумных систем;.	

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе
«Процессы в газах и в вакууме»
основной образовательной программы**

18.03.01 «Химическая технология»

Профиль – «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и
нанoeлектроники»

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата»

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения, договоров с ЭБЦ и информационных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 1 от «31» августа 2019 г
2.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«Утверждаю»

ректор

(Руководитель образовательной организации)

А.Г. Мажуга

(Подпись)

(И.О. Фамилия)

«_____» _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Физическая электроника и электронные приборы»
(Б1.В.ОД.8)**

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной
техники и нанoeлектроники»

Квалификация – бакалавр

Программа одобрена
Методической комиссией
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«31» мая 2019 г.

Председатель _____ **Н.А. Макаров**
(Подпись) (И.О. Фамилия)

Москва 2019 г.

Программа составлена:

доцентом кафедры химии и технологии кристаллов, к.х.н., доцентом О.Б. Петровой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии кристаллов РХТУ им.Д.И. Менделеева «21» мая 2019 г., протокол № 13.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели и задачи дисциплины	4
2.	Требования к результатам освоения дисциплины	4
3.	Объем дисциплины и виды учебной работы	5
4.	Содержание дисциплины	6
	4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	6
	4.2. Содержание разделов дисциплины	6
5.	Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины	8
6.	Практические и лабораторные занятия	8
	6.1. Практические занятия. Примерные темы практических занятий по дисциплине	8
	6.2. Лабораторные занятия	9
7.	Самостоятельная работа	10
8.	Примеры оценочных средств для контроля освоения дисциплины	10
	8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.	10
	8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины	11
	8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (зачет с оценкой (6 семестр) и экзамен (7 семестр))	18
	8.4. Структура и примеры билетов для экзамена	11
9.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	19
	9.1. Рекомендуемая литература	19
	9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации	20
	9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины	21
10.	Методические указания для обучающихся	22
11.	Методические указания для преподавателей	23
12.	Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе	24
13.	Материально-техническое обеспечение дисциплины	24
	13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:	24
	13.2. Учебно-наглядные пособия	25
	13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства	25
	13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы	25
	13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения	27
14.	Требования к оценке качества освоения программы	29
15.	Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	30

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники», рекомендациями Методической комиссии и накопленного опыта преподавания дисциплины кафедрой химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к вариативной части учебного плана, к блоку обязательных дисциплин (Б1.В.ОД.8) и рассчитана на изучение дисциплины в 6 и 7 семестрах обучения. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей химии, математики, физики, физической химии, кристаллографии и кристаллооптики.

Цель дисциплины – изучение электронных процессов в твёрдых телах, а так же в вакууме, газах, на границах раздела сред и принципов построения и работы электронных приборов различного назначения. Это одна из основных теоретических дисциплин специальности, ибо без знаний физики процессов в приборах невозможны сознательные и эффективные подходы к разработке и организации технологий в сфере производства изделий электронной техники.

Основные задачи - формирование у студентов целостной картины электрических и оптических явлений, их взаимосвязи со структурой и составом материалов электронной техники, формирование широкого представления о принципах работы современных приборов электроники, квантовой электроники и фотоники.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины при подготовке бакалавров по направлению 18.03.01 «Химическая технология»; профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» способствует формированию следующих компетенций:

Профессиональных:

- готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования (**ПК-8**);
- способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (**ПК-16**);
- готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления (**ПК-19**).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основы современных теорий электронных и оптических процессов.
- историю, современное состояние и перспективы развития электроники, а также материалов и изделий электронной техники;
- устройство, принцип работы, функциональные возможности и области применения основных представителей разных классов электронных приборов.

Уметь:

- рассчитать основные параметры полупроводников и p-n переходов.
- определять основные параметры светоизлучающих материалов и устройств.
- использовать стандартную терминологию, определения, обозначения и единицы физических величин в электронике;

Владеть:

- методами измерения параметров и характеристик электронных приборов, оценочных расчётов основных эксплуатационных характеристик.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс изучается в 6 и 7 семестрах бакалавриата на базе знаний, полученных студентами на первых курсах. Контроль освоения студентами материала курса осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

Виды учебной работы	Всего		6 семестр		7 семестр	
	Зач. ед.	Ак. час.	Зач. ед.	Ак. час.	Зач. ед.	Ак. час.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	8	288	4	144	4	144
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,5	114	2	64	1,5	50
Лекции (Лек)	1,5	54	0,5	16	1	32
Лабораторные занятия (ЛЗ)	1,5	54	1	32	0,5	16
Практические занятия (ПЗ)	0,5	18	0,5	16	-	-
Самостоятельная работа (СР):	3,5	138	2	80	1,5	58
Домашняя работа	0,25	9	0,25	9	-	-
Реферат	0,5	18	-	-	0,5	18
Контактная самостоятельная работа	2,75	0,2	1,75	0,2	1	40
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		111,8		71,8		
Виды контроля:			Зачет с оценкой		Экзамен	
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4			1	0,4
Подготовка к экзамену		35,6				35,6

Виды учебной работы	Всего		6 семестр		7 семестр	
	Зач. ед.	Астр. час.	Зач. ед.	Астр. час.	Зач. ед.	Астр. час.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	8	216	4	108	4	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	3,5	85,5	2	48	1,5	37,5
Лекции (Лек)	1,5	40,5	0,5	12	1	24
Лабораторные занятия (ЛЗ)	1,5	40,5	1	24	0,5	12
Практические занятия (ПЗ)	0,5	13,5	0,5	12	-	-
Самостоятельная работа (СР):	3,5	103,5	2	60	1,5	43,5
Домашняя работа	0,5	6,75	0,25	6,75	-	-
Реферат	0,25	13,5	-	-	0,5	13,5
Контактная самостоятельная работа	2,75	0,15	1,75	0,15	1	30
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		83,85		53,85		0
Виды контроля:			Зачет с оценкой		Экзамен	
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,3			1	0,3
Подготовка к экзамену		26,7				26,7

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек- ции	Прак. Зан.	Лаб. рабо- ты	Сам. работ а
1	Раздел 1. Электронные явления и приборы	144	18	18	36	72
1.1	Элементы зонной теории твердых тел	25	4	6	6	9
1.2	Электрические переходы	23	2	6	6	9
1.3	Полупроводниковые приборы	32	2	6	12	12
1.4	Электронные явления, обусловленные связанными электронами	22	4	-	6	12
1.5	Электронные процессы в газах и приборы на их основе	22	4	-	6	12
1.6	Начальные сведения по технике СВЧ	20	2	-	-	18
2	Раздел 2. Оптические явления, фотоника	108	36	-	18	54
2.1	Люминесценция	36	12	-	12	12
2.2	Лазеры	32	14	-	6	12
2.3	Распространение излучения в среде	20	6	-	-	14
2.4	Новые направления в электронике	18	4	-	-	14
	ИТОГО	252	54	18	54	126
	Экзамен	36				
	ИТОГО	288				

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Электронные явления и приборы

Введение. Предмет и область исследований курса Физической электроники. Темы курса.

1. Элементы зонной теории твердых тел

Образование зон. Зонные схемы проводников, полупроводников и диэлектриков. Статистика равновесных носителей тока. Уровень Ферми. Концентрация носителей тока в собственном полупроводнике. Примесные уровни в кристалле. Зависимость положения уровня Ферми от концентрации примесей и от температуры. Неравновесные носители заряда в полупроводнике. Рассеяние энергии на тепловых колебаниях решетки, на заряженных дефектах, на нейтральных дефектах. Движение носителей заряда. Подвижность. Диффузия и дрейф. Искажение зон вблизи поверхности полупроводника.

2. Электрические переходы.

Образование p-n перехода. Свойства p-n перехода, прямой и обратный токи p-n перехода. механизмы пробоя p-n перехода: лавинный, туннельный, тепловой. Вольтамперная характеристика. Барьерная и диффузионная емкость электронно-дырочного перехода. Переходные процессы в p-n переходах. Изотипные и анизотипные гетеропереходы. Краткий обзор методов создания p-n перехода. Омические и выпрямляющие контакты.

3. Полупроводниковые приборы

Без p-n перехода (резисторы, фоторезисторы, терморезисторы, простейшие датчики

Холла, варисторы). С 1 p-n переходом (диоды, фотодиоды, туннельные диоды, варикапы, стабилитроны, светодиоды, светодиоды с гетеропереходами, солнечные элементы). С 2 p-n переходами (биполярные транзисторы, полевые транзисторы, фототранзисторы). С 3 p-n переходами (тиристоры, фототиристоры). С большим числом p-n переходов (ПЗС-матрицы, интегральные схемы (классификация, пределы интеграции), элементы Пельтье).

4. Электронные явления, обусловленные связанными электронами: Диэлектрические материалы: виды поляризации в твердом теле. Сегнетоэлектрики, сегнетоэластики, электрострикционные материалы, пьезоэлектрики, пирозэлектрики. Магнитные материалы: пара- и диамагнетики, ферро-, ферри -, и антиферромагнетики. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы, магнитная запись информации. Сверхпроводники: явление сверхпроводимости, эффект Мейсснера, эффект Джозефсона, сверхпроводники I и II рода.

5. Электронные процессы в газах и приборы на их основе

Виды электронной эмиссии (термоэлектронная эмиссия, автоэлектронная эмиссия, фотоэлектронная эмиссия, вторичная электронная эмиссия). Ионизация и возбуждение в газах. Электрические разряды в газах (тлеющий, дуговой, коронный, искровой, высокочастотные разряды). Газоразрядные и люминесцентные лампы. ФЭУ. Электронно-оптические преобразователи.

6. Начальные сведения по технике СВЧ

Особенности СВЧ-диапазона. Модифицирование колебательного контура. Коаксиальный и объёмный резонаторы. Понятие распределённых параметров. Согласованная нагрузка. Короткозамкнутый шлейф. Коэффициенты бегущей волны (КБВ) и стоячей волны (КСВ). Волновод. Отражательный и пролетный клистроны. Лампа бегущей волны. Лампа обратной волны. Магнетрон.

Раздел 2. Оптические явления, фотоника

7. Люминесценция

Рекомбинационная и внутрицентровая люминесценция. Резонансный механизм передачи возбуждения. Взаимодействие мультиполей. Обменное взаимодействие. Центры рекомбинации. Модели излучательной рекомбинации. Кинетика внутрицентровой и рекомбинационной люминесценции. Тушение люминесценции.

8. Лазеры

Спонтанные и вынужденные переходы. Коэффициенты Эйнштейна. Инверсная заселенность. Основные части лазера. Классификация лазеров. Твердотельные лазеры (на переходных активаторах, на РЗЭ активаторах, на центрах окраски, полупроводниковые лазеры). Лазеры на красителях. Газовые лазеры. Применение лазеров.

9. Распространение излучения в среде.

Показатели преломления. Отражение света. Волоконный световод. Виды рассеяния излучения: Рэлееское рассеяние, рассеяние Ми, комбинационное рассеяние, рассеяние Мандельштама-Бриллюэна. Интерференция. Многослойные диэлектрические зеркала и полупрозрачные материалы.

10. Новые направления в электронике

Фотоника, оптоэлектроника. Проблемы и пределы кремниевой электроники. Наноэлектроника. Спинтроника.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Компетенции	Раздел	
	1	2
<i>Знать:</i>		
- основы современных теорий электронных и оптических процессов.	+	+
- историю, современное состояние и перспективы развития электроники, а также материалов и изделий электронной техники;	+	+
- устройство, принцип работы, функциональные возможности и области применения основных представителей разных классов электронных приборов.	+	+
<i>Уметь:</i>		
- рассчитать основные параметры полупроводников и р-п переходов.	+	
- определять основные параметры светоизлучающих материалов и устройств.		+
- использовать стандартную терминологию, определения, обозначения и единицы физических величин в электронике;	+	+
<i>Владеть:</i>		
- методами измерения параметров и характеристик электронных приборов, оценочных расчётов основных эксплуатационных характеристик.	+	+
<i>Профессиональные компетенции:</i>		
готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования (ПК-8);	+	+
— способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-16);	+	+
— готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления (ПК-19).	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая

технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Физическая электроника и электронные приборы» в объеме 16 часов (0,5 зач. ед.). Практические занятия проводятся под руководством преподавателей и направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях.

Примерный перечень практических занятий

№ пп	Разде л	Темы практических занятий	Часы
12	1.	Расчет концентрации носителей тока в собственных полупроводниках	3
2		Расчет концентрации носителей тока в примесных полупроводниках	3
3		Расчет концентрации носителей тока в частично скомпенсированных полупроводниках	3
4		Частные случаи задач определения концентрации носителей тока для кремния и германия	3
5		Расчет контактной разности потенциалов и ширины обедненного слоя р-п перехода в равновесном состоянии	2
6		Определение свойств р-п перехода при приложенном напряжении	2

6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Физическая электроника и электронные приборы» в объеме 54 часа (1,5 зач. ед.). Лабораторные работы охватывают оба раздела дисциплины. В практикум входит 9 работ, примерно по 5-6 ч на каждую работу. В зависимости от трудоемкости включенных в практикум работ их число может быть уменьшено. Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине, а также дает знания о методиках определения характеристик электронных и оптических приборов.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 35 баллов в 6 семестре (максимально по 7 баллов за каждую работу) и 32 балла в 7 семестре (максимально по 8 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примерный перечень лабораторных занятий

№ пп	Раздел	Темы лабораторных занятий	Часы
1	1.	Изучение солнечного элемента.	6
2		Температурная зависимость диэлектрической проницаемости и тангенса диэлектрических потерь сегнетоэлектрика	7

3		Испытание магнитного материала	7
4		Изучение характеристик полупроводникового стабилитрона	6
5		Изучение источников освещенности	6
6	2.	Изучение релаксационных характеристик люминофоров	4
7		Изучение низковольтного катодолюминофора	4
8		Изучение характеристик лазерного излучения	4
9		Исследование спектра электронных ловушек методом термостимулированной люминесценции	4

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Физическая электроника и электронные приборы» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 126 акад. час., в том числе самостоятельное изучение разделов дисциплины, выполнение домашнего задания в объеме 9 акад.час. (6,75 астр. час.), подготовку реферата по курсу в объеме 18 акад. час. (13,5 астр. час.).

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- выполнение домашней работы по тематике курса;
- подготовку реферата по тематике курса на основе проработки рекомендованной литературы и работы с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче экзамена (7 семестр), зачета (6 семестр) и лабораторного практикума (6 и 7 семестры) по курсу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Домашняя работа пишется в 6 семестре и охватывает темы раздела 1. При выполнении домашней работы студенты могут использовать как лекционный материал, так и литературные источники. Целью домашней работы является контроль усвоения материала и подготовка студентов к написанию контрольной работы.

Примерная тематика домашних заданий

1. Основные положения зонной теории. Образование зон.
2. Зонные схемы металлов, диэлектриков и полупроводников.
3. Механизм образования зон.
4. Уровень Ферми. Физический смысл. Применение в расчетах.
5. Генерация собственных носителей тока в полупроводнике.
6. Генерация примесных носителей тока в полупроводнике.
7. Зависимость электропроводности полупроводника от оптического облучения.
8. Основные и неосновные носители тока.
9. Дрейф и диффузия носителей тока в полупроводнике.
10. Рассеяние энергии носителей тока в полупроводниках.
11. Виды электрических переходов между полупроводниками, диэлектриками и металлами.
12. Свойства p-n перехода
13. Методы создания p-n перехода (сплавные – подробно)
14. Методы создания p-n перехода (диффузионные – подробно)
15. Методы создания p-n перехода (планарная технология – подробно)
16. Полупроводниковые приборы без p-n переходов. Резистор
17. Полупроводниковые приборы без p-n переходов. Фоторезистор
18. Полупроводниковые приборы без p-n переходов. Терморезистор
19. Полупроводниковые приборы без p-n переходов. Тензорезистор
20. Полупроводниковые приборы без p-n переходов. Варистор
21. Полупроводниковые приборы без p-n переходов. Датчик Холла
22. Полупроводниковые приборы без p-n переходов. Диод Ганна
23. Полупроводниковые приборы без p-n переходов. Диод Шоттки
24. Полупроводниковые приборы с одним p-n переходом. Диоды
25. Полупроводниковые приборы с одним p-n переходом. Фотодиоды
26. Полупроводниковые приборы с одним p-n переходом. Варикапы
27. Полупроводниковые приборы с одним p-n переходом. Стабилитроны.
28. Полупроводниковые приборы с одним p-n переходом. Туннельные диоды
29. Полупроводниковые приборы с одним p-n переходом. Светодиоды, светодиоды с гетеропереходами.
30. Полупроводниковые приборы с двумя p-n переходами. Биполярный транзистор.
31. Полупроводниковые приборы с двумя p-n переходами. Полевой транзистор.
32. Полупроводниковые приборы с двумя p-n переходами. Фототранзистор.
33. Полупроводниковые приборы с тремя p-n переходами. Тиристор, сравнение тиристора и варистора.
34. Полупроводниковые приборы с тремя p-n переходами. Тринистор, симистор, фототиристор.
35. Полупроводниковые приборы с большим числом p-n переходов. Интегральные схемы.
36. Полупроводниковые приборы с большим числом p-n переходов. Элементы Пельтье.
37. Полупроводниковые приборы с большим числом p-n переходов. Приборы с зарядовой связью
38. Понятия времени жизни носителей тока. Различия в движении носителей при дрейфовом и диффузионном механизме.
39. Неравновесные носители заряда.
40. Возникновение неравновесных носителей, рекомбинация, время жизни.

41. Движение носителей заряда при одновременном действии электрического поля и разницы в концентрации носителей.
42. Спектры поглощения и фотопроводимости полупроводников и диэлектриков.

Реферат пишется в 7 семестре по темам, охватывающим все разделы курса, но разобранным в лекционном курсе бегло. Студент может выполнить реферат по самостоятельно выбранной, но согласованной с преподавателем, теме.

Примерные темы рефератов:

1. Диоды Ганна, как источники СВЧ излучения
2. Приборы на основе электрооптического эффекта
3. Приборы на основе магнитооптического эффекта
4. Применение электрострикции и магнестрикции
5. Различные варианты приборов ночного видения
6. Полупроводниковые лазеры на гетеропереходах
7. Лазеры на основе иттрий-алюминиевого граната и преобразования второй гармоники
8. Полупроводниковые приборы с 4-мя p-n переходами
9. Силовые стабилитроны
10. Силовые диоды и транзисторы
11. Вакуумные стабилитроны
12. Логические элементы, микросхемные решения.
13. Приборы на основе сверхпроводимости
14. Приборы с зарядовой связью
15. СВЧ-лампы
16. СВЧ-полупроводники
17. Органические полупроводники
18. Органические люминофоры
19. Применение нанотрубок в электронике
20. Графен
21. Плазменные электронные приборы
22. Многослойные солнечные батареи на гетеропереходах с повышенным КПД.

8.2 Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы (по одной контрольной работе по каждому разделу). Максимальная оценка за контрольные работы составляет по 15 баллов за каждую.

Раздел 1.

Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, первый – 8 баллов, второй (задача) – 7 баллов за вопрос.

Вопрос 1.1.

1. Виды поляризации твёрдых тел.
2. Зависимость диэлектрических потерь от частоты электромагнитного поля.
3. Физический смысл тангенса угла диэлектрических потерь.
4. Сегнетоэлектрики. Основные свойства.
5. Классы сегнетоэлектриков.
6. Типы сегнетоэлектрических фазовых переходов.
7. Примеры, свойства и практическое применение сегнетоэлектрических материалов, сегнетоэластиков и пьезоэлектриков.

8. Варикондные и сегнето-полупроводниковые (позисторные) материалы. Свойства, применение.
9. Сравнение вариконда и варикапа, влияние увеличения напряжения на каждый из этих приборов.
10. Пьезоэлектрический эффект и электрострикция. Примеры веществ.
11. Срезы кварца.
12. Величины, характеризующие излучательные и приёмные свойства пьезоэлектрических материалов.
13. Ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики. Особенности магнитного состояния, типичные свойства, примеры веществ.
14. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы. Основные свойства, особенности петель гистерезиса.
15. Специальные магнитные материалы: эластичные магниты, магнитная запись информации, магнитная жидкость – области применения.
16. Принципы, на которых базируется зонная теория кристаллов. Образование зон.
17. Энергетические состояния электронов в идеальном кристалле.
18. Занятые и пустые зоны. Носители тока. Зонные модели металла, полупроводника и диэлектрика.
19. Определение понятия «полупроводник» (с учётом широкозонных полупроводников).
20. Проводимость кристаллов. Собственная и примесная проводимость.
21. Примесные энергетические уровни в запрещённой зоне полупроводника и их возможная химическая природа.
22. Виды генерации носителей тока. Генерация равновесных носителей тока в собственном полупроводнике.
23. Механизм собственной проводимости.
24. Расчёт величины проводимости.
25. Примесные полупроводники. Донорные и акцепторные примеси.
26. Зонные диаграммы полупроводников n- и p- типа. Положение уровня Ферми в них.
27. Основные и неосновные носители тока.
28. Основные понятия статистики электронов в твердом теле: функция распределения, функция плотности состояний.
29. Распределение электронов по энергиям в металле и собственном полупроводнике.
30. Уравнение электрической нейтральности.
31. Зависимость положения уровня Ферми от соотношения концентраций доноров и акцепторов и от температуры.
32. Вырожденные полупроводники.
33. Неравновесные носители тока. Оптическая генерация неравновесных носителей тока. Спектры поглощения и фотопроводимости. Экситоны. Изменение уровня Ферми в неравновесных условиях.
34. Виды электронных переходов. Зонная схема p-n перехода и гетероперехода.
35. Основные свойства p-n перехода. Металлургическая граница.
36. Контактная разность потенциалов, ее зависимость от уровня легирования и температуры.
37. Зонная схема p-n перехода. Методы создания p-n переходов. Явления на поверхности полупроводника.
38. Омические и выпрямляющие контакты.
39. Методы, подходящие для создания гетеропереходов.

40. Сверхпроводимость кристаллических материалов.
41. Взаимодействие сверхпроводника с магнитным полем.
42. Эффект Мейсснера.
43. Эффект Джозефсона.
44. Разрушение сверхпроводимости.
45. Термоэлектронная эмиссия. Природа энергетического барьера.
46. Катодные материалы. Холодная эмиссия.
47. Эффект Шоттки.
48. Эффект Ноттингема.
49. Вид ВАХ вакуумного диода и её интерпретация. Вакуумный триод.
50. Фотоэлектронная эмиссия. Основные законы. Фотокатоды.
51. Вакуумные фотоэлементы. Спектральная чувствительность фотоэлементов. Газонаполненные фотоэлементы.
52. Вторичная электронная эмиссия. Зависимость коэффициента вторичной эмиссии от энергии первичных электронов и угла их падения на эмиттер. ФЭУ.
53. Материалы катода и динодов ФЭУ. Применение вторичной электронной эмиссии в микроканальных пластинах.
54. Электрические разряды в газах. Закон Пашена. Закон Таунсенда.
55. Отличие тлеющего разряда на низких и высоких частотах. Безэлектродные разряды.
56. Передающие и показывающие телевизионные трубки. Принцип накопления заряда. Основное конструктивное отличие диссектора от супериконоскопа.
57. Различия между осциллографической трубкой и кинескопом. Основные части цветного кинескопа с теневой маской.
58. Модифицирование колебательного контура в СВЧ-диапазоне. Объемный резонатор, коаксиальный резонатор.
59. Линии передачи СВЧ-сигнала. Условия получения режима бегущей волны.
60. Отражательный клистрон.
61. Газоразрядные лампы: ртутные, ксеноновые, натриевые. Люминесцентные лампы.

Вопрос 1.2.

62. Дано: В собственном полупроводнике: Запрещённая зона - $W_g = 0,82 - 5 \cdot 10^{-4} \cdot T$ (эВ); Эффективные массы - $m_e^* = 0,5 m$; $m_h^* = 0,4 m$. Найти: Для температур $T_1=300$ К, $T_2=350$ К и $T_3=400$ К величины: W_g и величины концентраций собственных носителей тока. Построить график: $n_i = f(1/T)$.
63. Дано: В собственном полупроводнике: При температуре $T=300$ К, концентрация электронов в зоне проводимости $2 \cdot 10^{15}$. Эффективные массы - $m_e^* = 0,6 m$; $m_h^* = 0,45 m$ Найти: Найти ширину запрещенной зоны
64. Дано: В собственном полупроводнике: Запрещённая зона - $W_g = 0,7$ (эВ); При температуре $T=300$ К, концентрация электронов в зоне проводимости $3 \cdot 10^{15}$. Эффективная масса электрона - m_e^* в 1,5 раза больше массы дырки m_h^* Найти: Эффективные массы - m_e^* и m_h^*
65. Дано: В примесном полупроводнике: Запрещённая зона - $W_g = 0,82$ донорная примесь с: $W_d = 0,01$ (эВ) в концентрации $N_d = 2 \cdot 10^{14}$ (см⁻³). Эффективные массы - $m_e^* = 0,5 m$; $m_h^* = 0,4 m$ Найти: Для температуры $T_1=200$ К величины концентраций носителей тока.
66. Дано: В примесном полупроводнике: Запрещённая зона - $W_g = 0,84$ донорная примесь с: $W_d = 0,01$ (эВ) в концентрации $N_d = 2 \cdot 10^{14}$ (см⁻³). Эффективные массы -

- $m_e^* = 0,5 m$; $m_h^* = 0,4 m$ Найти: Для температуры $T_1 = 350 \text{ K}$ величины концентраций носителей тока.
67. Дано: В примесном полупроводнике: Запрещённая зона - $W_g = 0,8$ донорная примесь с: $W_d = 0,015 \text{ (эВ)}$ в концентрации $N_d = 3 \cdot 10^{14} \text{ (см}^{-3}\text{)}$. Найти: Для температуры $T_1 = 30 \text{ K}$ и $T_2 = 50 \text{ K}$ величины концентраций носителей тока.
68. Дано: В примесном полупроводнике: Запрещённая зона - $W_g = 0,85$ донорная примесь с: $W_d = 0,02 \text{ (эВ)}$ в концентрации $N_d = 10^{14} \text{ (см}^{-3}\text{)}$. Эффективные массы - $m_e^* = 0,5 m$; $m_h^* = 0,4 m$ Подвижность электронов $\mu_e = 3500 \text{ см}^2 \cdot \text{В}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ считать постоянной; $\mu_e / \mu_h = 3$ - считать неизменным. Найти: Для температуры $T_1 = 200 \text{ K}$ Величину электропроводности.
69. Дано: В примесном полупроводнике: Запрещённая зона - $W_g = 0,82$ донорная примесь с: $W_d = 0,01 \text{ (эВ)}$ в концентрации $N_d = 2 \cdot 10^{14} \text{ (см}^{-3}\text{)}$. Эффективные массы - $m_e^* = 0,5 m$; $m_h^* = 0,4 m$ Найти: Для температуры $T_1 = 300 \text{ K}$ величины концентраций носителей тока.
70. Дано: В примесном полупроводнике: Запрещённая зона - $W_g = 0,8$ акцепторная примесь с: $W_a = 0,05 \text{ (эВ)}$ в концентрации $N_a = 10^{13} \text{ (см}^{-3}\text{)}$. Эффективные массы - $m_e^* = 0,5 m$; $m_h^* = 0,4 m$ Подвижность электронов $\mu_e = 3500 \text{ см}^2 \cdot \text{В}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ считать постоянной; $\mu_e / \mu_h = 3$ - считать неизменным. Найти: Для температуры $T_1 = 200 \text{ K}$ величину электропроводности.
71. Дано: В примесном полупроводнике: Запрещённая зона - $W_g = 0,8$ акцепторная примесь с: $W_a = 0,05 \text{ (эВ)}$ в концентрации $N_a = 10^{13} \text{ (см}^{-3}\text{)}$. Подвижность электронов $\mu_e = 3500 \text{ см}^2 \cdot \text{В}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ считать постоянной; $\mu_e / \mu_h = 3$ - считать неизменным. Найти: Для температуры $T_1 = 20 \text{ K}$ величину электропроводности.
72. Дано: В примесном полупроводнике: Запрещённая зона - $W_g = 0,9$ акцепторная примесь с: $W_a = 0,06 \text{ (эВ)}$ в концентрации $N_a = 10^{13} \text{ (см}^{-3}\text{)}$. Найти: Для температур $T_1 = 20 \text{ K}$ и $T_2 = 40 \text{ K}$ величины концентраций носителей тока.
73. Дано: В полупроводнике образован резкий p-n переход. $W_g = 0,9 \text{ эВ}$, Р-часть легирована акцепторной примесью с $W_a = 0,03 \text{ (эВ)}$ в концентрации $N_a = 10^{13} \text{ (см}^{-3}\text{)}$. N-часть легирована донорной примесью с $W_d = 0,01 \text{ (эВ)}$ в концентрации $N_d = 10^{14} \text{ (см}^{-3}\text{)}$. Эффективные массы - $m_e^* = 0,5 m$; $m_h^* = 0,4 m$ Найти: Для температуры $T = 300 \text{ K}$ и найти концентрации электронов в обеих частях в отсутствии внешнего поля. Изобразить в масштабе зонную схему p-n перехода с указанием уровня Ферми.
74. Дано: В собственном полупроводнике: Запрещённая зона - $W_g = 0,89 - 5 \cdot 10^{-4} \cdot T \text{ (эВ)}$; Эффективные массы - $m_e^* = 0,6 m$; $m_h^* = 0,55 m$ Найти: Для температур $T_1 = 350 \text{ K}$, $T_2 = 400 \text{ K}$ и $T_3 = 450 \text{ K}$ величины: W_g и величины концентраций собственных носителей тока. Построить график: $n_i = f(1/T)$.
75. Дано: В собственном полупроводнике: При температуре $T = 400 \text{ K}$, концентрация электронов в зоне проводимости $3 \cdot 10^{15}$. Эффективные массы - $m_e^* = 0,6 m$; $m_h^* = 0,45 m$ Найти: Найти ширину запрещенной зоны
76. Дано: В собственном полупроводнике: Запрещённая зона - $W_g = 0,8 \text{ (эВ)}$; При температуре $T = 350 \text{ K}$, концентрация электронов в зоне проводимости $3 \cdot 10^{15}$. Эффективная масса электрона - m_e^* в 1,2 раза больше массы дырки m_h^* Найти: Эффективные массы - m_e^* и m_h^*
77. Дано: В примесном полупроводнике: Запрещённая зона - $W_g = 0,82$ донорная примесь с: $W_d = 0,01 \text{ (эВ)}$ в концентрации $N_d = 2 \cdot 10^{14} \text{ (см}^{-3}\text{)}$. Эффективные массы - $m_e^* = 0,5 m$; $m_h^* = 0,4 m$ Найти: Для температуры $T_1 = 200 \text{ K}$ величины концентраций носителей тока.

78. Дано: В примесном полупроводнике: Запрещённая зона - $W_g = 0,9$ донорная примесь с: $W_d = 0,02$ (эВ) в концентрации $N_d = 2 \cdot 10^{14}$ (см⁻³). Эффективные массы - $m_e^* = 0,5 m$; $m_h^* = 0,4 m$ Найти: Для температуры $T_1 = 300$ К величины концентраций носителей тока.
79. Дано: В примесном полупроводнике: Запрещённая зона - $W_g = 0,96$ донорная примесь с: $W_d = 0,02$ (эВ) в концентрации $N_d = 1,3 \cdot 10^{14}$ (см⁻³). Эффективные массы - $m_e^* = 0,5 m$; $m_h^* = 0,4 m$ Подвижность электронов $\mu_e = 4000$ см²·В⁻¹·с⁻¹ считать постоянной; $\mu_e / \mu_h = 2$ - считать неизменным. Найти: Для температуры $T_1 = 200$ К Величину электропроводности.
80. Дано: В примесном полупроводнике: Запрещённая зона - $W_g = 0,72$ донорная примесь с: $W_d = 0,01$ (эВ) в концентрации $N_d = 2 \cdot 10^{14}$ (см⁻³). Эффективные массы - $m_e^* = 0,5 m$; $m_h^* = 0,4 m$ Найти: Для температуры $T_1 = 300$ К величины концентраций носителей тока.
81. Дано: В примесном полупроводнике: Запрещённая зона - $W_g = 0,9$ акцепторная примесь с: $W_a = 0,05$ (эВ) в концентрации $N_a = 1,3 \cdot 10^{13}$ (см⁻³). Эффективные массы - $m_e^* = 0,5 m$; $m_h^* = 0,4 m$ Подвижность электронов $\mu_e = 3500$ см²·В⁻¹·с⁻¹ считать постоянной; $\mu_e / \mu_h = 1,5$ - считать неизменным. Найти: Для температуры $T_1 = 250$ К величину электропроводности.
82. Дано: В собственном полупроводнике: Запрещённая зона - $W_g = 0,93 - 4 \cdot 10^{-4} \cdot T$ (эВ); Эффективные массы - $m_e^* = 0,6 m$; $m_h^* = 0,4 m$ Найти: Для температур $T_1 = 250$ К, $T_2 = 300$ К и $T_3 = 350$ К величины: W_g и величины концентраций собственных носителей тока. Построить график: $n_i = f(1/T)$.
83. Дано: В кристалле германия создан резкий p-n переход. $T = 350$ К $N_A = 10^{24}$ м⁻³, $N_D = 10^{22}$ м⁻³, $n_i = 2 \cdot 10^{22}$ м⁻³ Диэлектрическая проницаемость германия 16. Найти: Контактную разность потенциалов. Ширину обедненного слоя p-n перехода. Изобразить энергетическую схему p-n перехода.
84. Дано: В кристалле германия создан резкий p-n переход. $T = 250$ К $N_A = 10^{23}$ м⁻³, $N_D = 10^{24}$ м⁻³, $n_i = 9 \cdot 10^{21}$ м⁻³ Диэлектрическая проницаемость германия 16. Найти: Контактную разность потенциалов. Ширину обедненного слоя p-n перехода. Изобразить энергетическую схему p-n перехода.

Раздел 2.

Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Максимальная оценка – 15 баллов. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 7,5 баллов за вопрос.

Вопрос 2.1.

1. Люминесценция как физическое явление. Примеры классификации люминофоров по различным признакам: характеру преобладающего процесса люминесценции; химической природе; назначению.
2. Рекомбинационная люминесценция. Типичные длины волн, соотношение между спектрами поглощения и люминесценции, кинетика. Прямые оптические переходы.
3. Внутрицентровая люминесценция. Типичные длины волн, соотношение между спектрами поглощения и люминесценции, кинетика. Модель колебаний осциллятора. Правило Стокса.
4. Рекомбинация носителей тока. Межзонная рекомбинация и рекомбинация через центры захвата. Три модели излучательной рекомбинации. Поверхностная рекомбинация

5. Резонансная передача энергии возбуждения. Сенсибилизаторы. Кулоновское взаимодействие. Обменное взаимодействие.
6. Особенности люминесценции при различном возбуждении (катодными лучами, рентгеновским светом).
7. Ширина спектральной линии люминесценции. Однородное уширение.
8. Ширина спектральной линии люминесценции. Неоднородное уширение.
9. Тушение люминесценции. Виды тушения, влияние температуры на разные виды тушения.
10. Преломление и отражение света. Явление Брюстера. Коэффициент отражения и пропускания. Просветляющие покрытия – принцип работы.
11. Преломление и отражение света. Явление Брюстера. Полное внутреннее отражение. Коэффициент отражения и пропускания. Многослойные зеркала – принцип работы.
12. Конструкция волоконного кабеля. Принцип работы. Основные параметры волоконного световода: потери на распространение и спектральная полоса пропускания.
13. Основные виды световодов. Метод получения световода.
14. Материалы, применяемые для создания световодов. Спектральная полоса пропускания световодов из разных материалов.
15. Рассеяние излучения. Упругое рассеяние - рассеяние Рэлея, Ми, Мандельштама-Бриллюэна, Рамана.
16. Рассеяние излучения. Неупругое рассеяние - Мандельштама-Бриллюэна, Рамана.
17. Нелинейнооптические процессы. Генерация второй гармоники, Условие фазового синхронизма
18. Нелинейнооптические процессы. Различие линейной и нелинейной оптики. Генерация суперконтинуума.
19. Принципы работы оптрона. Основные виды оптронов.

Вопрос 2.2.

20. Способы увеличения пропускной способности волоконных линий связи – спектральное уплотнение каналов, мультиплексирование.
21. Лазеры. Понятие об инверсии заселенности уровней. Процесс образования каскада фотонов при возникновении излучения.
22. Методы создания инверсии заселенности уровней. Оптическая накачка в трехуровневой системе на примере лазера на рубине.
23. Методы создания инверсии заселенности уровней. Оптическая накачка в четырехуровневой системе на примере лазера на неодимовом стекле.
24. Примеры классификации лазеров (не только по агрегатному состоянию рабочего тела!). Основные составляющие лазерной системы. Потери в лазере.
25. Спонтанные и вынужденные переходы. Коэффициенты Эйнштейна. Инверсная населенность. Создание гигантского импульса лазера.
26. Понятие моды излучения. Соотношение между шириной полосы люминесценции и лазерной генерации. Перестраиваемый по длине волны лазер.
27. Типы твердотельных лазеров. Принципы создания инверсной населенности (метод накачки), типичные длины волн генерации.
28. Типы газовых лазеров. Принципы создания инверсной населенности, типичные длины волн генерации.

29. Жидкостные лазеры. Принципы создания инверсной населенности, основные используемые вещества, устройство, типичные длины волн генерации. Понятие о синглетных и триплетных уровнях.
30. Светодиод и полупроводниковый лазер. Принципы работы, сравнение свойств и устройства.
31. Волоконный лазер. Устройство. Брэгговские решетки. Основные достоинства.
32. Иттербиевый волоконный. Устройство. Основные достоинства.
33. Применение лазерного излучения.
34. Лазерный гироскоп. Устройство. Принцип работы.
35. Голография как способ записи объемного изображения.
36. Методы создания инверсии заселенности уровней. Оптическая накачка в четырехуровневой системе на примере лазера на неодимовом стекле.
37. Спонтанные и вынужденные переходы. Коэффициенты Эйнштейна. Инверсная населенность. Создание гигантского импульса лазера.
38. Понятие моды излучения. Соотношение между шириной полосы люминесценции и лазерной генерации. Перестраиваемый по длине волны лазер.
39. Волоконный лазер. Устройство. Брэгговские решетки. Основные достоинства. Применяемые материалы рабочего тела.
40. Методы создания инверсии заселенности уровней. Оптическая накачка в трехуровневой системе на примере лазера на рубине. Причины невозможности оптической накачки в двухуровневой системе.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (6 семестр – зачет с оценкой, 7 семестр – экзамен). Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов, за экзамен – 40 баллов.

8.3.1 Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (6 семестр – зачет с оценкой). Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40 баллов

Итоговый контроль по разделу 1 проводится в форме устного опроса (зачет с оценкой). Билет для проведения зачета содержит 3 вопроса (первый вопрос – 15 баллов, второй вопрос – 10 баллов, третий (задача) – 15 баллов), максимальная оценка за опрос – 40 баллов. Вопросы соответствуют вопросам контрольной по разделу 1. Общая оценка зачета складывается путем суммирования оценок за домашнюю работу (максимум 10 баллов), контрольную работу (максимум 15 баллов), защиту лабораторных работ (5 работ по 7 баллов, максимум 35 баллов) и ответ на зачете (максимум 40 баллов). Максимальная оценка зачета – 100 баллов.

Пример билета к зачету с оценкой (раздел 1)

<i>«Утверждаю»</i> <i>Зав.кафедрой</i> _____ 2019 <i>И.Х. Аветисов</i> _____	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии кристаллов
	Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники»
	Физическая электроника и электронные приборы

Билет № 1

1. Фазовые переходы в диэлектрических кристаллах. Типы сегнетоэлектрических фазовых переходов. Примеры веществ. Применение сегнетоэлектриков.
2. Полупроводниковые приборы с одним p-n переходом. Солнечные элементы, фотодиоды. Устройство, принцип работы, основные характеристики.
3. В примесном полупроводнике запрещённая зона - $W_g = 0,82$ эВ, донорная примесь с: $W_D = 0,01$ эВ в концентрации $N_D = 2 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$. Эффективные массы - $m_e^* = 0,5 m$; $m_h^* = 0,4 m$. Найти для температуры $T=200$ К величины концентраций носителей тока.

8.4 Структура и примеры билетов для экзамена (7 семестр)

Итоговый контроль по разделу 2 проводится в форме экзамена. Билет для проведения экзамена содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 20 баллов. Общая оценка зачета складывается путем суммирования оценок за контрольную работу (максимум 15 баллов), реферат (максимум 13 баллов), защиту лабораторных работ (4 работы по 8 баллов, максимум 32 балла) и ответ на экзамене (максимум 40 баллов). Максимальная оценка по курсу – 100 баллов.

Пример билета к экзамену

<i>«Утверждаю» Зав.кафедрой _____ 2019 И.Х. Аветисов _____</i>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии кристаллов
	Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники»
	Физическая электроника и электронные приборы
Билет № 1 1. Клистроны. Конструкции, принцип генерации СВЧ колебаний. 2. Методы создания инверсии заселенности уровней. Оптическая накачка в четырехуровневой системе на примере лазера на неодимовом стекле.	

9 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1 Рекомендуемая литература

А) Основная литература:

1. Глазачев, А.В. Физические основы электроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Глазачев, В.П. Петрович. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2013. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/45131>. — Загл. с экрана.
2. Физическая электроника (полупроводники). Решение задач: учеб. пособие. Петрова О.Б. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2013 - 44 с.

Б) Дополнительная литература

1. Владимиров, Г.Г. Физическая электроника. Эмиссия и взаимодействие частиц с твердым телом [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.Г. Владимиров. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/38838>.
2. Василенко О.А. Оптические явления в твердом теле: конспект лекций: Учеб. пособие М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. — 136 с.
3. Савельев И.В. Курс общей физики. Изд.4, кн.2: Электроника, магнетизм, кн.4: Волны, оптика, кн.5: Квантовая оптика, физика твёрдого тела. М: Наука-Физматлит, 1998.М: Наука-Физматлит, 1998.
4. Терехов В.А. Задачник по электронным приборам: Учебное пособие. – Санкт-Петербург: Лань, 2003. – 276 с.
5. Борисенко, В. Е. Нанoeлектроника. [Текст] : учебное пособие / В. Е. Борисенко, А. И. Воробьева, Е. А. Уткина. - М. : Бином, 2009. - 223 с.
6. Пасынков, В.В. Полупроводниковые приборы [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Пасынков, Л.К. Чиркин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 480 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/300>.

9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Журналы

1. Квантовая Электроника. ISSN 0368-7147.
2. Оптика и спектроскопия ISSN 0030-4034
3. Физика твердого тела. ISSN 0367-3294
4. Оптический журнал. ISSN 1023-5086
5. Современная электроника. (ООО "СТА-пресс")
6. Компоненты и технологии ISSN 2079-6811
7. Фотоника ISSN 1993-7296
8. Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники ISSN 1609-3577
9. Лазерная техника и оптоэлектроника
10. Advanced optical materials ISSN 2195-1071
11. Optical and quantum electronics ISSN 0306-8919
12. Optical materials ISSN 0925-3467
13. Applied physics B: Lasers and optics ISSN 0946-2171
14. Laser physics ISSN 1054-660x
15. Electronics letters ISSN 0013-5194
16. Advanced materials for optics and electronics ISSN 1057-9257
17. Advanced electronic materials ISSN 2199-160x
18. Russian microelectronics ISSN 0098-6658

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

- <https://intellect.ml/category/electronica-i-fotonika> - Электроника и фотоника
- <http://www.portalnano.ru/> - Нанотехнологии и наноматериалы. Федеральный интернет-портал
- <http://www.laser-portal.ru> - Лазерный Портал

- www.centerprioritet.ru – СМЦ «Приоритет» - техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания
- <http://nano-portal.ru/> - Нано Портал - Нанотехнологии России
- <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx> - Scientific research. Open Access
- <http://www.intechopen.com/> - In Tech. Open Science
- <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета.

Поиск книг и журналов

- <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://lib.msu.su> - Научная библиотека Московского государственного университета
- <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
- <http://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах
- <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека

9.3 Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 16, (общее число слайдов – 1094);
- комплекты образцов материалов и приборов электроники – 5;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 124);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 100).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 05.04.2019).
- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/93/91/5> (дата обращения: 05.04.2019).
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 04.04.2019).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 01.04.2019).

- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 01.04.2019).
- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://i-exam.ru/> (дата обращения: 01.04.2019).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Методические рекомендации по организации учебной работы студента, обучающегося в бакалавриате, направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине.

Учебный курс «**Физическая электроника и электронные приборы**» включает 2 раздела. При изучении материала каждого модуля рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

Учебная программа дисциплины предусматривает выполнение домашней работы, а также подготовку и написание реферата по тематике курса во 2 семестре обучения. Эти работы выполняются в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу.

Целью выполнения домашней работы и подготовки реферата является закрепление полученных знаний по дисциплине, расширение эрудиции и кругозора студента в области современной электроники и фотоники, развитие его творческого потенциала и самостоятельного мышления.

В задачи подготовки реферата входит приобретение навыков работы с информационными ресурсами, получение опыта изложения, обработки, анализа результатов исследования, формулирования выводов по работе, знакомство с правилами оформления научных рефератов.

При выполнении указанных видов самостоятельной работы студент должен руководствоваться следующими основными принципами:

- 1 – сочетание в работе, с одной стороны, общепризнанных теоретических и практических положений и сведений, с другой, – результатов новейших разработок в области электроники;
- 2 – творческий аналитический подход к собранным материалам, исключаящий их простое перечисление и изложение.

Выполнение работ в первую очередь ориентировано на самостоятельную работу студента с информационными ресурсами – учебной, научно-технической, справочной и патентной литературой, ресурсами Интернета, базами данных, рекламной продукцией фирм-производителей. Доступ к указанным ресурсам обеспечивается фондами научно-технической библиотеки вуза и городских научно-технических библиотек, электронными библиотеками и поисковыми системами Интернета, материалами тематических выставок и научно-технических конференций. При оформлении домашней работы и реферата следует ориентироваться на требования ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

Рабочая программа дисциплины «**Физическая электроника и электронные приборы**» предусматривает проведение лабораторного практикума. Работы выполняются в часы, выделенные учебным планом в 6 и 7 семестрах. Лабораторный практикум выполняется, когда изучен материал соответствующего раздела. Лабораторные работы охватывают оба раздела. В задачи подготовки к выполнению лабораторных работ входит

приобретение навыков работы с информационными ресурсами, получение опыта проведения работ, обработки, анализа полученных результатов, формулирования выводов по выполненной работе, знакомство с правилами оформления лабораторных работ.

Содержание и оформление работ оценивается в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка домашней работы составляет 10 баллов, и реферата - 15 баллов. Совокупная оценка текущей работы студента в 6 и 7 семестрах складывается из оценок за домашнюю работу, реферат, контрольную работу и лабораторные работы. Максимальная оценка текущей работы в каждом семестре составляет 60 баллов.

В соответствии с учебным планом изучение материала раздела 1 заканчивается контролем его освоения в форме зачета с оценкой (максимальная оценка – 40 баллов). Изучение всей дисциплины завершается итоговым контролем в форме экзамена. Максимальная оценка экзамена составляет 40 баллов.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Дисциплина «**Физическая электроника и электронные приборы**» изучается в 6 и 7 семестрах бакалавриата.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен учитывать, что студенты, обучающиеся в бакалавриате, имеют определенную подготовку по специальным дисциплинам профиля, полученную ими при обучении в бакалавриате, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал курса должен быть ориентирован на современную трактовку изучаемых вопросов, отличаться широтой и глубиной их проработки, включать элементы научной дискуссии. Необходимо обращать внимание студентов на обоснование круга рассматриваемых вопросов, формулировки главных положений и определений, практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться связь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Физическая электроника и электронные приборы», является формирование у студентов широкого кругозора и эрудиции в области физических принципов и достижений современной электроники фотоники, понимания проблемных мест современных технологических процессов и путей разрешения проблемных ситуаций. Преподаватель должен акцентировать внимание студентов на вопросах ресурсо- и энергосбережения в электронике. При проведении занятий желательно обращаться к опыту ведущих зарубежных фирм и отечественных предприятий, использовать их научно-информационные и рекламные материалы, проводить сравнительный анализ результатов инноваций на разных предприятиях отрасли.

В вводной лекции курса следует остановиться на широте понятия «электроника», тенденциях развития электроники и фотоники. В завершении курса указать на проблемы и ограничения кремниевой электроники и способах их преодоления.

В разделе «Лазеры» рекомендуется подробно рассмотреть современные достижения в области создания высокомошных лазерных систем, лазеров с ультракороткими импульсами, новых лазерных материалов. В разделе «Люминесценция» - рассмотреть как классические неорганические люминофоры, так и новые органические и гибридные люминесцентные системы.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по дисциплине является широкое использование наглядных пособий и иллюстративного материала, в том

числе с применением компьютерной техники. Наглядные пособия представляют собой образцы материалов электроники и электронных приборов, каталоги предприятий. Иллюстративный материал включает презентации по разделам курса, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам дополнительную литературу по тематике занятия. Желательно стимулировать студентов к самостоятельной работе с литературными источниками, задавая вопросы и организуя их обсуждение в аудитории.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 составляет 1708373 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-827/2018 от 26.09.2018 г. Сумма договора – 357 000-00 С «26» сентября 2018г. по « 25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого	Электронно-библиотечная система издательства "Лань" — ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в которых интегрированы бесплатные сервисы для незрячих студентов и синтезатор речи.

	ЭБС «ЛАНЬ»	компьютера. Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г. Сумма договора – 642 083-68 С «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»- КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва "Лань", Национальный Открытый Университет"ИНТУИТ", "Инженерно-технические науки" изд-ва "Лань". Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», Национальный Открытый Университет«ИНТУИТ», Инженерно-технические науки" изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» изд-ва Дашков и К. А также отдельные издания в соответствии с Договором.
2.	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеев а (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	ЭБС «Научно- электронная библиотека eLibrary.ru».	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ», договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г. Сумма договора - 934 693-00 С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Электронные версии периодических и неперидических изданий по различным отраслям науки
4	Издательство Wiley	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе

		(Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Wiley/130 от 10.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.
5	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Reaxys /130 от 10.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
6	Scopus	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Scopus/130 от 09.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.scopus.com. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER
7	Ресурсы международной компании Clarivate Analytics	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № WoS/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&se	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.

		arch_mode=GeneralSearch&SID=R11j2TUYmdd7bUatOIJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	
8	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество)	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № RSC/130 от 08.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.
9	База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № CAS/130 от 23.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://scifinder.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.	SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.
10	Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ № исх.- 1294 от 09 10 2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.	«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2014-2018гг.

11	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-1299/2018 от 06.03.2019 г. С «06» марта 2019г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Сумма договора – 73 247-39 Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция книг по естественно-научным и техническим отраслям наук.
12	ЭБС «ЮРАЙТ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора – ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ», Договор № №29.01-3-2.0-1168/2018 от 11.01.2019 г. С «11» января 2019 г. по «10» января 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС - https://biblio-online.ru/ Сумма договора – 220 000-00 руб. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Методы исследования материалов фотоники» проводятся в форме лекций, практических и лабораторных занятий и самостоятельной работы студента.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Учебная лаборатория, оснащенная лабораторной мебелью, научным и технологическим оборудованием для проведения лабораторных работ.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Операционная система Microsoft Windows 10 Education (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching, соглашение от 31.01.2019 ICM-169788, номер подписки IM91021, действительно до 30.01.2021, счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021
2	Microsoft Visio Professional 2019 (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching, соглашение от 31.01.2019 ICM-169788, номер подписки IM91021, действительно до 30.01.2021, счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Электронные явления и приборы	Знает: - основы современных теорий электронных и оптических процессов. - историю, современное состояние и перспективы развития электроники, а также материалов и изделий электронной техники; - устройство, принцип работы, функциональные возможности и области применения основных представителей разных классов электронных приборов. Умеет: - рассчитать основные параметры	Оценка за домашнюю работу (6 семестр) Оценка за контрольную работу (6 семестр) Оценка за лабораторные работы (5 шт.) (6 семестр) Оценка за зачет (6 семестр)

	полупроводников и р-п переходов. - использовать стандартную терминологию, определения, обозначения и единицы физических величин в электронике; Владеет: - методами измерения параметров и характеристик электронных приборов, оценочных расчётов основных эксплуатационных характеристик.	
Раздел 2. Оптические явления, фотоника	Знает: - основы современных теорий электронных и оптических процессов. - историю, современное состояние и перспективы развития электроники, а также материалов и изделий электронной техники; - устройство, принцип работы, функциональные возможности и области применения основных представителей разных классов электронных приборов. Умеет: - определять основные параметры светоизлучающих материалов и устройств. - использовать стандартную терминологию, определения, обозначения и единицы физических величин в электронике; Владеет: - методами измерения параметров и характеристик электронных приборов, оценочных расчётов основных эксплуатационных характеристик.	Оценка за контрольную работу (7 семестр) Оценка за лабораторные работы (4 шт.) (7 семестр) Оценка за реферат (7 семестр) Оценка за экзамен (7 семестр)

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной

деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе
«Физическая электроника и электронные приборы»
основной образовательной программы**

18.03.01 «Химическая технология»

Профиль – «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и
нанoeлектроники»

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата»

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения, договоров с ЭБЦ и информационных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 1 от «31» августа 2019 г
2.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«Утверждаю»

ректор

(Руководитель образовательной организации)

А.Г. Мажуга

(Подпись)

(И.О. Фамилия)

«_____» _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Физическая химия идеального кристалла. Кристаллооптика»
(Б1.В.ОД.12)**

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной
техники и нанoeлектроники»

Квалификация – бакалавр

Программа одобрена
Методической комиссией
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«31» мая 2019 г.

Председатель _____ **Н.А. Макаров**
(Подпись) (И.О. Фамилия)

Москва 2019 г.

Программа составлена:
ассистентом кафедры химии и технологии кристаллов
И.В. Степановой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии кристаллов
РХТУ им.Д.И. Менделеева «21» мая 2019 г., протокол № 13.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины	4
2. Требования к результатам освоения дисциплины	4
3. Объем дисциплины и виды учебной работы	5
4. Содержание дисциплины	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	6
4.2. Содержание разделов дисциплины	6
5. Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины	7
6. Практические и лабораторные занятия	8
6.1. Практические занятия	8
6.2. Лабораторные занятия	8
7. Самостоятельная работа	8
8. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	8
8.1. Примеры контрольных вопросов для оценки освоения дисциплины	8
8.2. Примеры билетов для зачета	20
9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	21
9.1. Рекомендуемая литература	21
9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации	21
9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины	21
10. Методические указания для обучающихся	22
11. Методические указания для преподавателей	23
12. Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе	24
13. Материально-техническое обеспечение дисциплины	27
13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе	27
13.2. Учебно-наглядные пособия	27
13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства	27
13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы	28
13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения	28
14. Требования к оценке качества освоения программы	28
15. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	29

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники», в соответствии с рекомендациями методической комиссии РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплин профиля на кафедре химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к вариативной части учебного плана, к блоку обязательных дисциплин (Б1.В.ОД.12) и рассчитана на изучение дисциплины в 5 семестре обучения. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей химии, математики, физики, физической химии, кристаллографии.

Цель дисциплины — формирование базового объема знаний о закономерностях прохождения света через кристаллы, а также о наиболее важных оптических характеристиках кристаллов, необходимых для успешного освоения курса технологии материалов и курса методов исследования.

Основные задачи — сформировать у студентов представление о взаимодействии световых колебаний с материалами различных кристаллических структур, ознакомить с основными оптическими свойствами кристаллов, научить практическому применению полученных знаний для проведения оптических исследований кристаллов.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины при подготовке бакалавров по направлению 18.03.01 «Химическая технология»; профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» способствует формированию следующих компетенций:

Профессиональных:

- готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования (**ПК-2**);
- способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (**ПК-16**);
- готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления (**ПК-19**).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- закономерности прохождения неполяризованного, а также поляризованного параллельного и сходящегося света сквозь кристаллы разных кристаллографических категорий
- о связи особенностей симметрии внутреннего строения кристаллов с симметрией их физических свойств

- основные оптические свойства кристаллов и способы их измерения

Уметь:

- строить оптические поверхности для разных кристаллографических категорий кристаллов и использовать их для теоретического и практического анализа оптических характеристик кристаллов
- качественно и количественно описывать свойства кристаллов, обусловленные их внешней и внутренней симметрией
- анализировать оптические свойства кристаллов с точки зрения оценки их качества и практического применения

Владеть:

- практическими навыками исследования оптических свойств кристаллов

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс изучается в 5 семестре бакалавриата на базе знаний, полученных студентами на первых курсах. Контроль освоения студентами материала курса осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

Виды учебной работы	Всего	
	Зач. ед.	Ак. час.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144
Контактная работа – аудиторные занятия:	2	64
Лекции (Лек)	1	32
Лабораторные занятия (ЛЗ)	1	32
Самостоятельная работа (СР):	2	80
Контактная самостоятельная работа	2	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		79,8
Виды контроля:		
Зачет с оценкой	+	+
Вид итогового контроля	Зачет с оценкой	

Виды учебной работы	Всего	
	Зач. ед.	Астр. час.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	2	48
Лекции (Лек)	1	24
лабораторные занятия (ЛЗ)	1	24
Самостоятельная работа (СР):	2	60
Контактная самостоятельная работа	2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,85
Виды контроля:		
Зачет с оценкой	+	+
Вид итогового контроля	Зачет с оценкой	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Раздел	Название раздела	Академ. часов				
		Всего	Лек-ции	Практ. занят.	Лаб. работы	Сам. работа
1.	Взаимодействие электромагнитного излучения с кристаллами: теоретические основы. Основные свойства кристаллов.	80	20	-	-	60
2.	Применение оптических методов для исследования свойств кристаллов	64	12	-	32	20
	ИТОГО	144	32		32	80

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1

1. Природа света. Основные характеристики световой волны. Виды поляризации света. Показатель преломления - важнейшая оптическая характеристика вещества. Факторы, влияющие на показатель преломления: плотность и состав вещества, температура, частота электромагнитных колебаний. Методы измерения показателя преломления.

2. Оптические поверхности. Поверхности показателей преломления кристаллов различных категорий. Двойное лучепреломление. Волновые поверхности. Построение Гюйгенса для различных случаев падения света на кристалл. Оптическая индикатриса и ее использование для характеристики оптических свойств кристаллов различных категорий. Получение плоскополяризованного света. Прохождение естественного и плоскополяризованного света через кристаллы средней и высшей категорий.

Раздел 2

3. Прохождение плоскопараллельного монохроматического света через систему «поляризатор-кристалл-анализатор». Разность хода волн. Кварцевые компенсаторы, назначение, виды. Интерференционная окраска кристаллов. Дисперсия оптической индикатрисы кристаллов различных сингоний. Количественная характеристика дисперсии света.

4. Анизотропия поглощения света: плеохроизм. Прохождение естественного света через систему «поляризатор-кристалл-анализатор». Коноскопия кристаллов. Оптическая активность кристаллов. Вращение плоскости поляризации. Магнитооптический эффект в кристаллах.

5. Применение оптических методов для оценки качества кристаллов. Пьезооптический эффект в кристаллах и его характеристика с помощью тензора 3-го ранга. Электрооптический эффект в кристаллах и его характеристика с помощью тензора 4-го ранга.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Компетенции	Раздел	Раздел
	1	2
<i>Знать:</i>		
–закономерности прохождения неполяризованного, а также поляризованного параллельного и сходящегося света сквозь кристаллы разных кристаллографических категорий	+	
– о связи особенностей симметрии внутреннего строения кристаллов с симметрией их физических свойств	+	
–основные оптические свойства кристаллов и способы их измерения	+	+
<i>Уметь:</i>		
–строить оптические поверхности для разных кристаллографических категорий кристаллов и использовать их для теоретического и практического анализа оптических характеристик кристаллов	+	
–качественно и количественно описывать свойства кристаллов, обусловленные их внешней и внутренней симметрией	+	
–анализировать оптические свойства кристаллов с точки зрения оценки их качества и практического применения		+
<i>Владеть:</i>		
–практическими навыками исследования оптических свойств кристаллов		+
<i>Профессиональные компетенции:</i>		
– готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования (ПК-2);	+	+
– способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-16);	+	+
– готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления (ПК-19).	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены

6.2. Лабораторные занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и наноэлектроники» предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Физическая химия идеального кристалла. Кристаллооптика» в объеме 32 часов (1 зач. ед.). Лабораторные занятия проводятся под руководством преподавателей и направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, расширение знаний в области исследования оптических характеристик кристаллов. Лабораторные работы охватывают оба модуля дисциплины. В практикум входит 5 работ, примерно по 6,5 ч на каждую работу. Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 40 баллов (максимально по 8 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и модули, которые они охватывают

№ пп	Раздел	Темы лабораторных занятий	Часы
1	1, 2	Изучение устройства микроскопа. Определение показателя преломления оптически изотропных кристаллов иммерсионным методом	6
2		Измерение показателя преломления оптически одноосных кристаллов иммерсионным методом	7
3		Определение напряжений в кристаллах и стеклах поляризационно-оптическим методом	6
4		Определение высоты микронеровностей	6
5		Изучение кристаллов в сходящемся свете	7

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой дисциплины «Физическая химия идеального кристалла. Кристаллооптика» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 80 акад. час., в том числе самостоятельное изучение разделов дисциплины в объеме 80 акад. час.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях учебного материала и рекомендованной литературы;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовка к сдаче лабораторного практикума по курсу;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой по курсу.

8. ПРИИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примеры контрольных вопросов для оценки освоения дисциплины

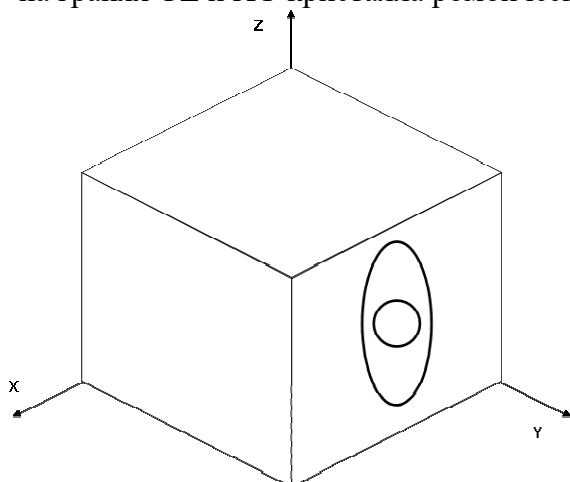
В дисциплине предусмотрен промежуточный контроль знаний в виде 2-х контрольных работ (1 работа в каждом разделе). Каждая контрольная работа состоит из 1 задачи, максимальная оценка за контрольную работу – 10 баллов.

Раздел 1.

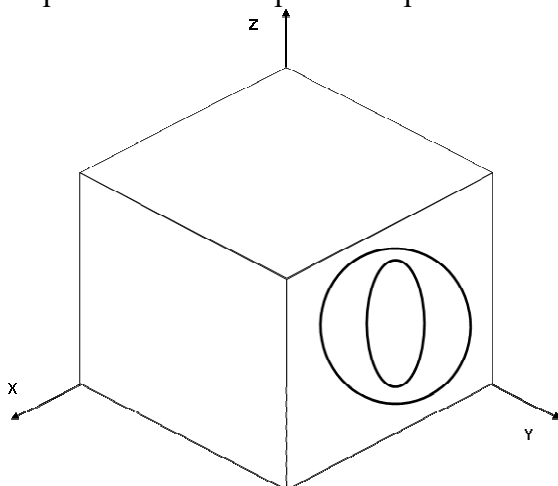
Контрольная работа №1

Примеры вопросов для контрольной работы №1

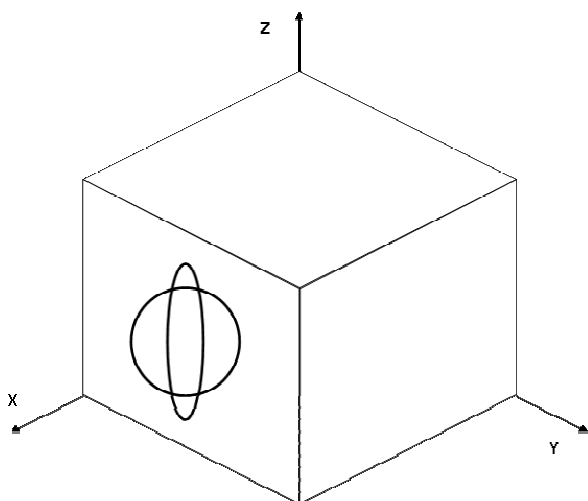
1. На основании имеющихся данных построить сечения поверхности показателя преломления на гранях YZ и XU кристалла ромбической сингонии. Указать положения оптических осей.



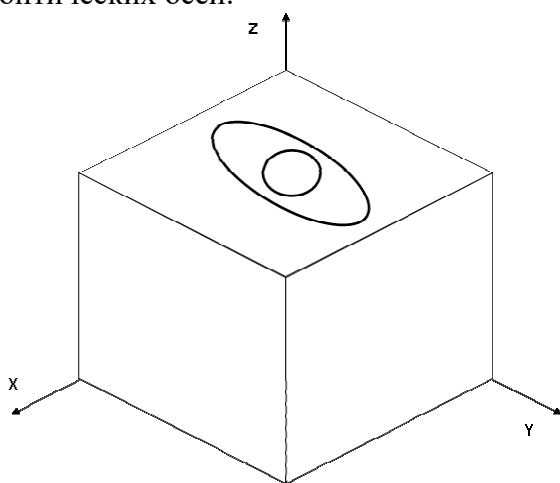
2. На основании имеющихся данных построить сечения поверхности показателя преломления на гранях YZ и XU кристалла ромбической сингонии. Указать положения оптических осей.



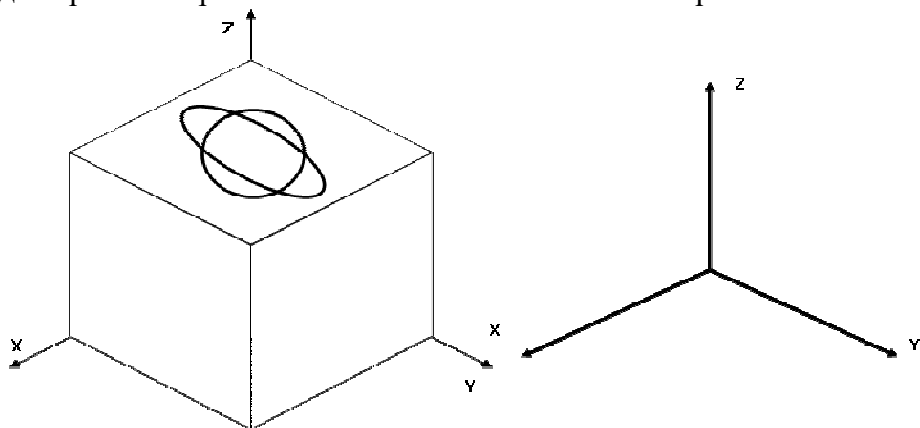
3. На основании имеющихся данных построить сечения поверхности показателя преломления на гранях XZ и XU кристалла ромбической сингонии. Указать положения оптических осей.



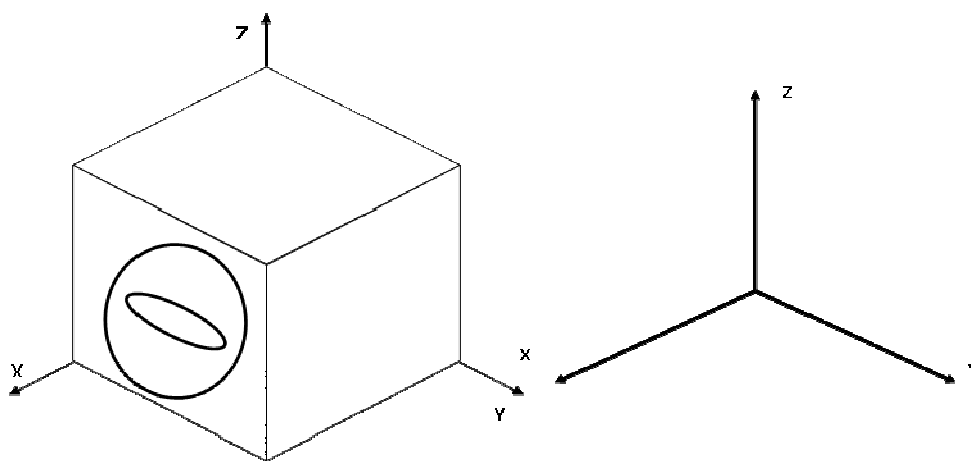
4. На основании имеющихся данных построить сечения поверхности показателя преломления на гранях XZ и YZ кристалла ромбической сингонии. Указать положения оптических осей.



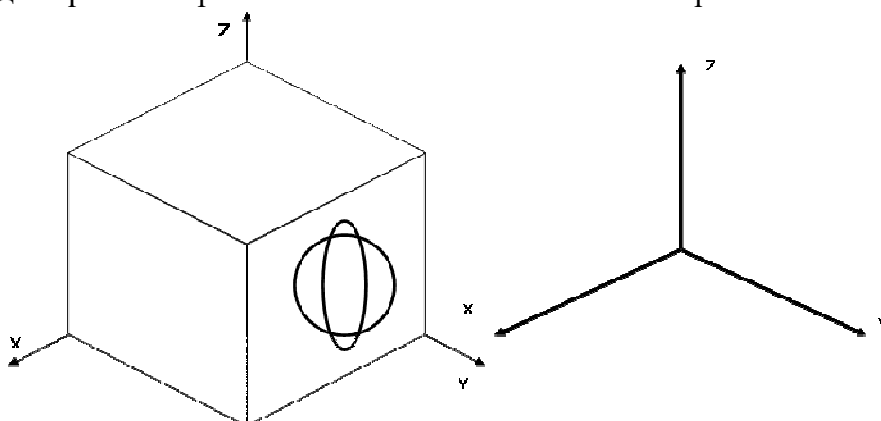
5. На основании имеющихся данных построить октант поверхности показателя преломления для кристалла ромбической сингонии. Указать направление оптической оси.



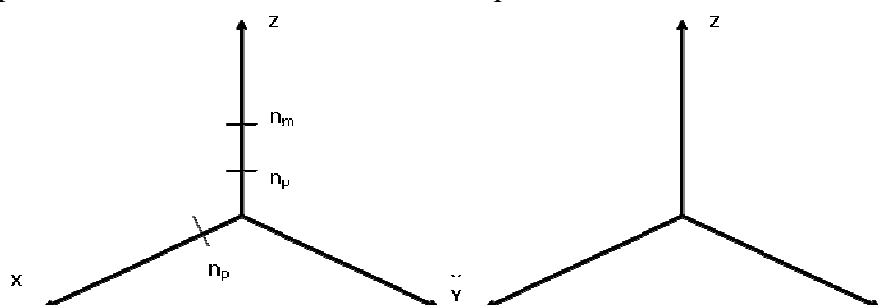
6. На основании имеющихся данных построить октант поверхности показателя преломления для кристалла ромбической сингонии. Указать направление оптической оси.



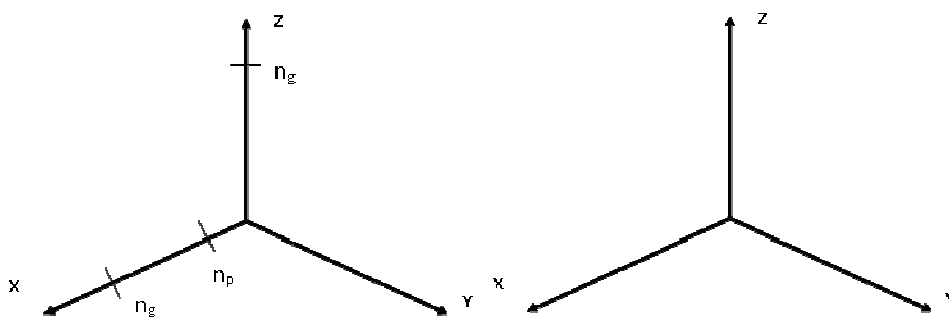
7. На основании имеющихся данных построить октант поверхности показателя преломления для кристалла ромбической сингонии. Указать направление оптической оси.



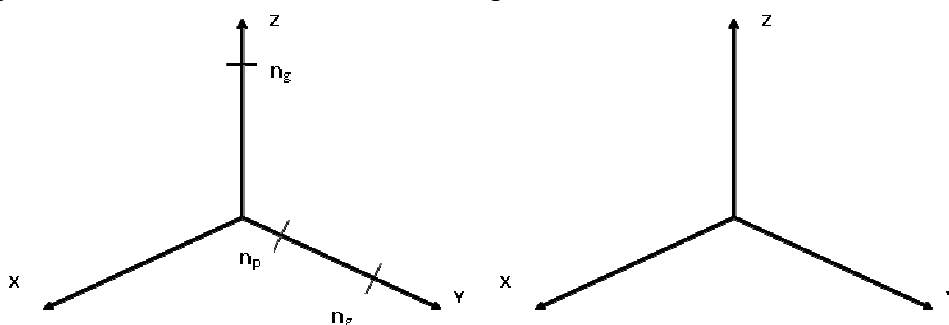
8. На основании имеющихся данных построить октант поверхности показателя преломления и построить соответствующий ему октант оптической индикатрисы для кристалла ромбической сингонии. Указать направление оптической оси для обеих поверхностей.



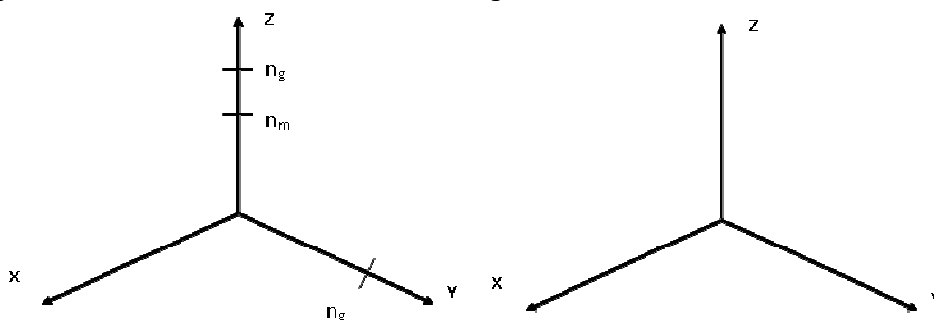
9. На основании имеющихся данных построить октант поверхности показателя преломления и построить соответствующий ему октант оптической индикатрисы для кристалла ромбической сингонии. Указать направление оптической оси для обеих поверхностей.



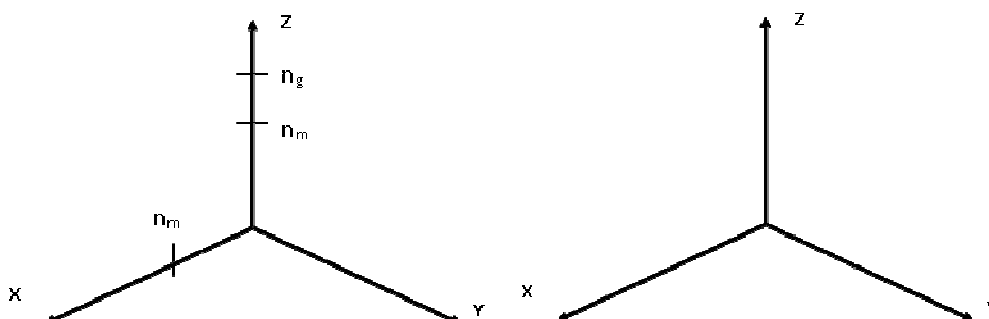
10. На основании имеющихся данных достроить октант поверхности показателя преломления и построить соответствующий ему октант оптической индикатрисы для кристалла ромбической сингонии. Указать направление оптической оси для обеих поверхностей.



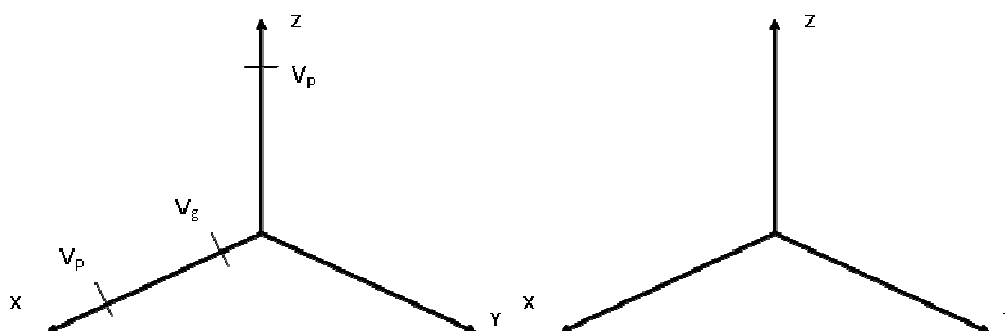
11. На основании имеющихся данных достроить октант поверхности показателя преломления и построить соответствующий ему октант оптической индикатрисы для кристалла ромбической сингонии. Указать направление оптической оси для обеих поверхностей.



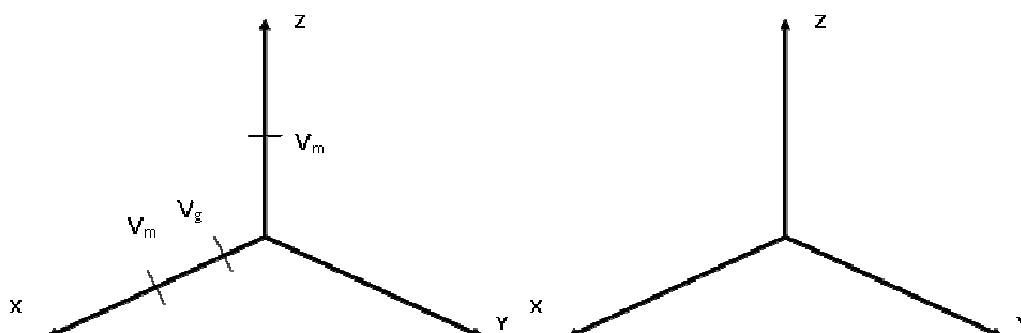
12. На основании имеющихся данных достроить октант поверхности показателя преломления и построить соответствующий ему октант оптической индикатрисы для кристалла ромбической сингонии. Указать направление оптической оси для обеих поверхностей.



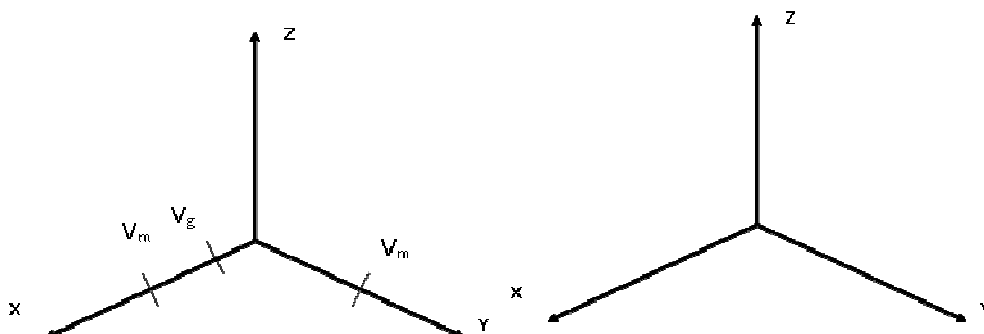
13. На основании имеющихся данных достроить октант волновой поверхности и построить соответствующий ему октант оптической индикатрисы для кристалла ромбической сингонии. Указать направление оптической оси для обеих поверхностей.



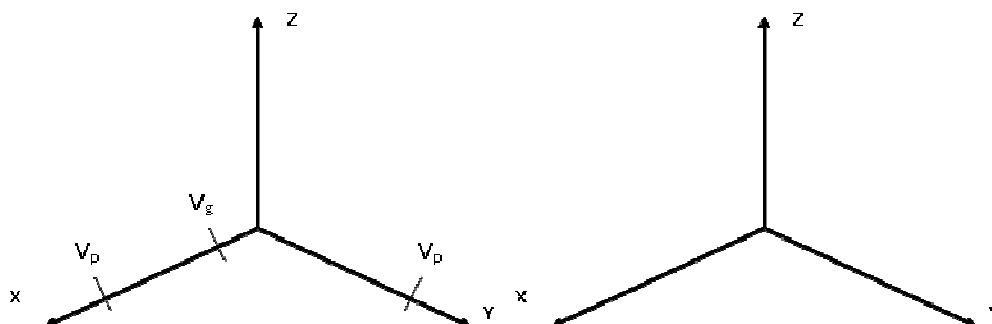
14. На основании имеющихся данных достроить октант волновой поверхности и построить соответствующий ему октант оптической индикатрисы для кристалла ромбической сингонии. Указать направление оптической оси для обеих поверхностей.



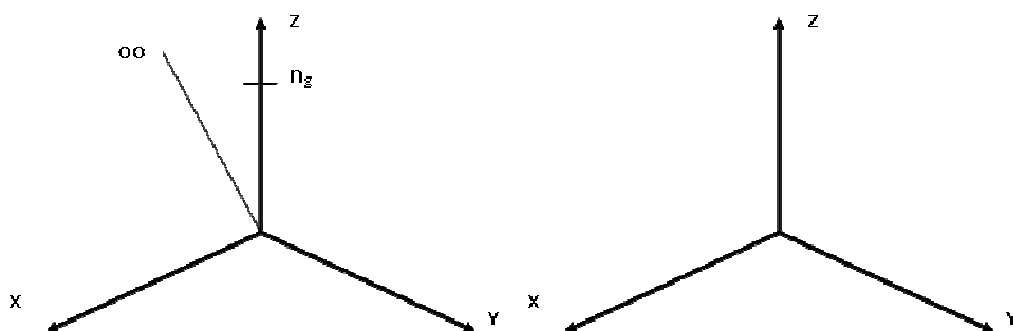
15. На основании имеющихся данных достроить октант волновой поверхности и построить соответствующий ему октант оптической индикатрисы для кристалла ромбической сингонии. Указать направление оптической оси для обеих поверхностей.



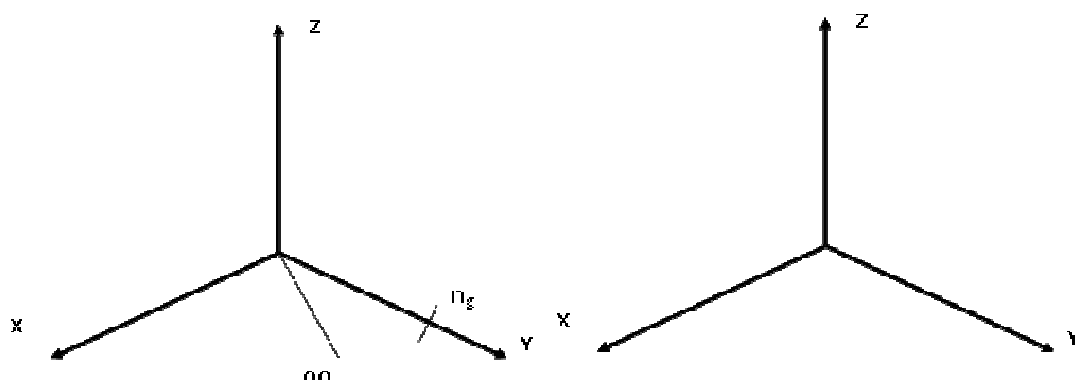
16. На основании имеющихся данных достроить октант волновой поверхности и построить соответствующий ему октант оптической индикатрисы для кристалла ромбической сингонии. Указать направление оптической оси для обеих поверхностей.



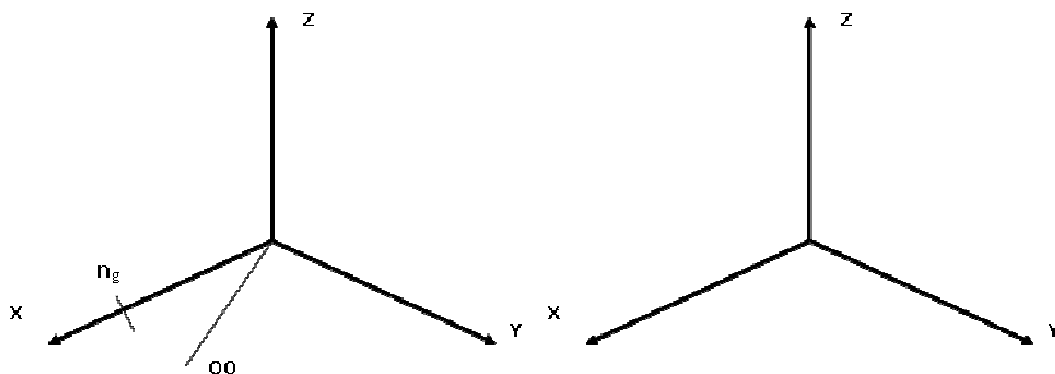
17. На основании имеющихся данных достроить октант оптической индикатрисы и построить соответствующий ему октант волновой поверхности для кристалла ромбической сингонии. Указать направление оптической оси для ВП.



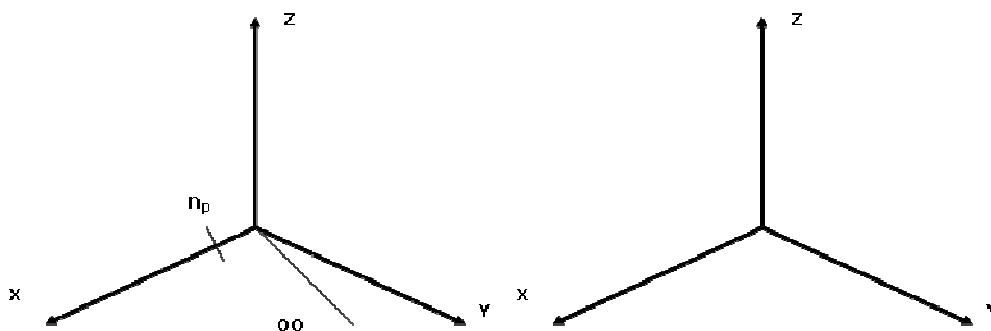
18. На основании имеющихся данных достроить октант оптической индикатрисы и построить соответствующий ему октант волновой поверхности для кристалла ромбической сингонии. Указать направление оптической оси для ВП.



19. На основании имеющихся данных достроить октант оптической индикатрисы и построить соответствующий ему октант волновой поверхности для кристалла ромбической сингонии. Указать направление оптической оси для ВП.

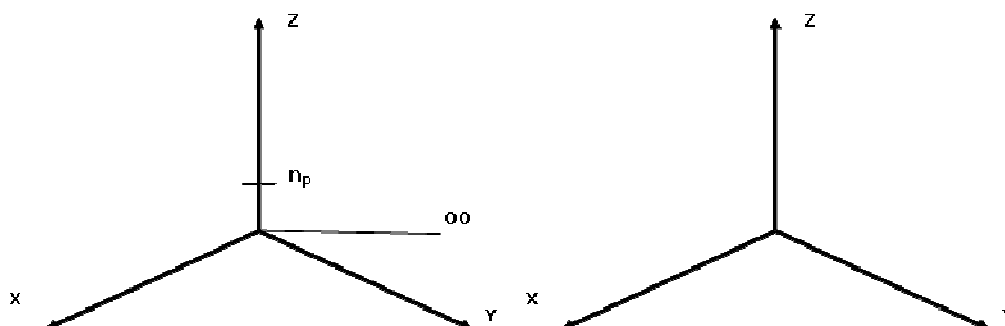


20. На основании имеющихся данных достроить октант оптической индикатрисы и построить соответствующий ему октант поверхности показателя преломления для кристалла ромбической сингонии. Указать направление оптической оси для ППП.

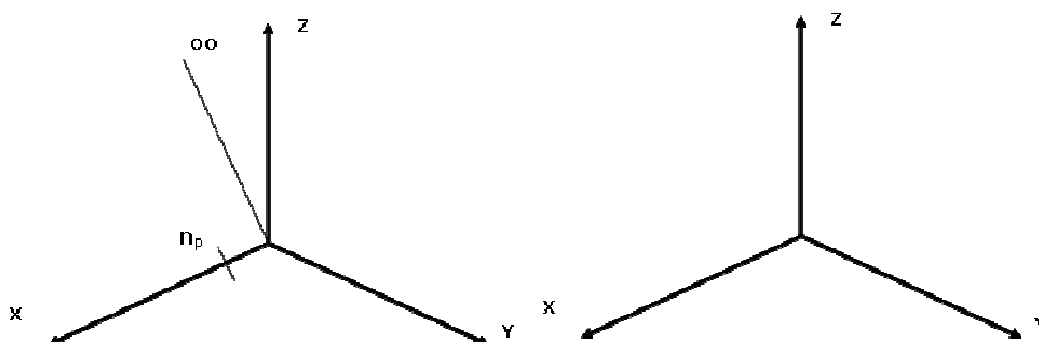


21. На основании имеющихся данных достроить октант оптической индикатрисы и построить соответствующий ему октант поверхности показателя преломления для кристалла

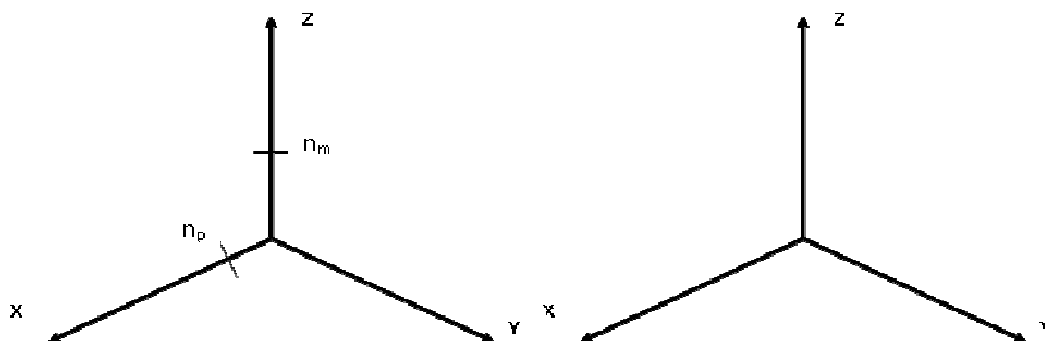
ромбической сингонии. Указать направление оптической оси для ППП.



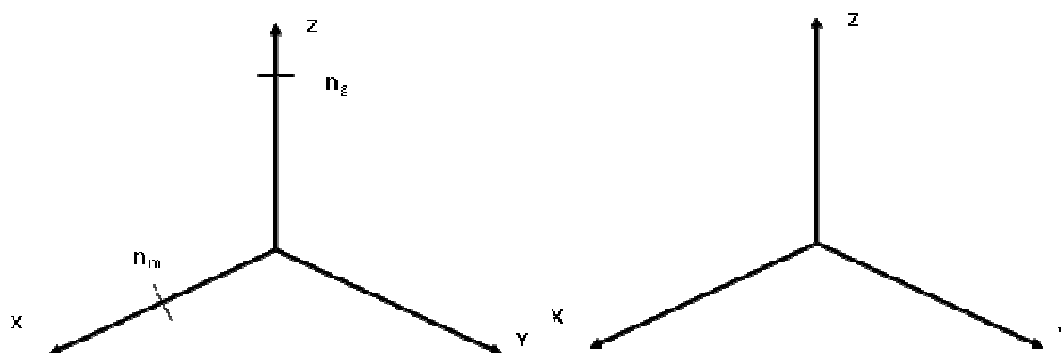
22. На основании имеющихся данных достроить октант оптической индикатрисы и построить соответствующий ему октант поверхности показателя преломления для кристалла ромбической сингонии. Указать направление оптической оси для ППП.



23. На основании имеющихся данных достроить октант оптической индикатрисы и построить соответствующий ему октант поверхности показателя преломления для кристалла ромбической сингонии. Указать направление оптической оси для обеих поверхностей.

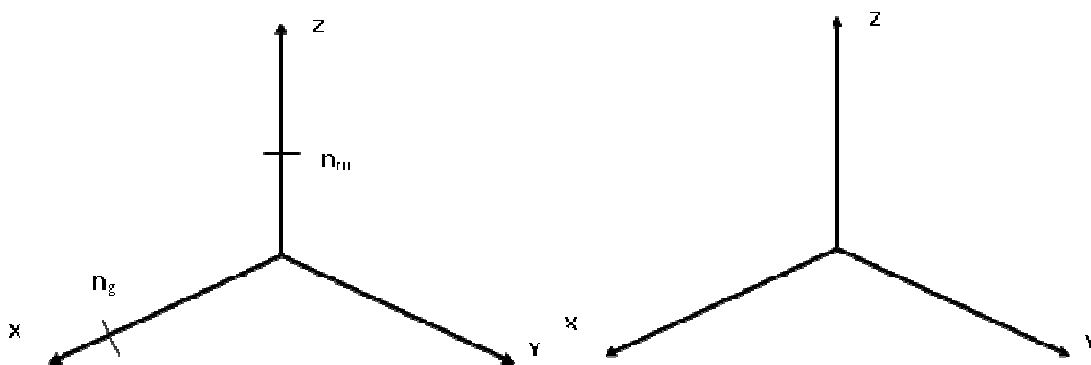


24. На основании имеющихся данных достроить октант оптической индикатрисы и построить соответствующий ему октант поверхности показателя преломления для кристалла ромбической сингонии. Указать направление оптической оси для обеих поверхностей.



25. На основании имеющихся данных достроить октант оптической индикатрисы и построить

соответствующий ему октант поверхности показателя преломления для кристалла ромбической сингонии. Указать направление оптической оси для обеих поверхностей.



Раздел 2.

Контрольная работа №2

Примеры вопросов для контрольной работы №2

1. Пластина толщиной 10 мкм, вырезанная из кристалла ромбической сингонии параллельно плоскости оптических осей, имеет при скрещенных поляроидах интерференционную окраску желтую 2-го порядка, а такая же пластина, вырезанная перпендикулярно оси n_p - синюю 2-го порядка. Определить оптический знак кристалла.
2. Пластина толщиной 30 мкм, вырезанная из кристалла ромбической сингонии перпендикулярно плоскости оптических осей, имеет при скрещенных поляроидах интерференционную окраску красную 2-го порядка, а такая же пластина, вырезанная перпендикулярно оси n_p - синюю 2-го порядка. Определить оптический знак кристалла.
3. Пластина толщиной 30 мкм, вырезанная из кристалла ромбической сингонии перпендикулярно оси n_p , имеет при скрещенных поляроидах интерференционную окраску желтую 2-го порядка, а такая же пластина, вырезанная перпендикулярно оси n_g - зеленую 2-го порядка. Определить оптический знак кристалла.
4. Пластина толщиной 40 мкм, вырезанная из кристалла ромбической сингонии перпендикулярно оси n_g , имеет при скрещенных поляроидах интерференционную окраску желтую 2-го порядка, а такая же пластина, вырезанная перпендикулярно оси n_m - синюю 3-го порядка. Определить оптический знак кристалла.
5. Пластина толщиной 20 мкм, вырезанная из кристалла ромбической сингонии перпендикулярно острой биссектрисе, имеет при скрещенных поляроидах интерференционную окраску красную 2-го порядка, а такая же пластина, вырезанная перпендикулярно оси n_p - зеленую 3-го порядка. Определить оптический знак кристалла.
6. Пластина толщиной 30 мкм, вырезанная из кристалла ромбической сингонии параллельно плоскости оптических осей, имеет при скрещенных поляроидах интерференционную окраску зеленую 3-го порядка, а такая же пластина, вырезанная перпендикулярно оси n_p - синюю 2-го порядка. Определить оптический знак кристалла.

7. Пластина толщиной 40 мкм, вырезанная из кристалла ромбической сингонии параллельно плоскости оптических осей, имеет при скрещенных поляроидах интерференционную окраску синюю 3-го порядка, а такая же пластина, вырезанная перпендикулярно оси n_p - красную 2-го порядка. Какова будет окраска такой пластины, вырезанной перпендикулярно оси n_g ?
8. Пластина толщиной 30 мкм, вырезанная из кристалла ромбической сингонии перпендикулярно оси n_g , имеет при скрещенных поляроидах интерференционную окраску желтую 2-го порядка, а такая же пластина, вырезанная перпендикулярно оси n_p - синюю 3-го порядка. Какова будет окраска такой пластины, вырезанной параллельно плоскости оптических осей?
9. Пластина толщиной 40 мкм, вырезанная из кристалла ромбической сингонии перпендикулярно оси n_m , имеет при скрещенных поляроидах интерференционную окраску желтую 3-го порядка, а такая же пластина, вырезанная перпендикулярно оси n_p - красную 2-го порядка. Определить оптический знак кристалла.
10. Пластина толщиной 30 мкм, вырезанная из кристалла ромбической сингонии перпендикулярно плоскости оптических осей, имеет при скрещенных поляроидах интерференционную окраску желтую 2-го порядка, а такая же пластина, вырезанная перпендикулярно оси n_p - синюю 2-го порядка. Определить оптический знак кристалла.
11. Пластина толщиной 20 мкм, вырезанная из кристалла ромбической сингонии параллельно плоскости оптических осей, имеет при скрещенных поляроидах интерференционную окраску красную 3-го порядка, а такая же пластина, вырезанная перпендикулярно оси n_p - синюю 2-го порядка. Определить оптический знак кристалла.
12. Пластина толщиной 10 мкм, вырезанная из кристалла ромбической сингонии перпендикулярно плоскости оптических осей, имеет при скрещенных поляроидах интерференционную окраску желтую 2-го порядка, а такая же пластина, вырезанная перпендикулярно оси n_p - синюю 2-го порядка. Определить оптический знак кристалла.
13. Пластина толщиной 25 мкм, вырезанная из кристалла ромбической сингонии перпендикулярно оси n_m , имеет при скрещенных поляроидах интерференционную окраску желтую 3-го порядка, а такая же пластина, вырезанная перпендикулярно оси n_p - синюю 2-го порядка. Определить оптический знак кристалла.
14. Пластина толщиной 30 мкм, вырезанная из кристалла ромбической сингонии параллельно плоскости оптических осей, имеет при скрещенных поляроидах интерференционную окраску красную 3-го порядка, а такая же пластина, вырезанная перпендикулярно оси n_g - синюю 2-го порядка. Определить оптический знак кристалла.
15. Пластина толщиной 30 мкм, вырезанная из кристалла ромбической сингонии перпендикулярно оси n_g , имеет при скрещенных поляроидах интерференционную окраску желтую 2-го порядка, а такая же пластина, вырезанная перпендикулярно оси n_p - синюю 2-го порядка. Определить оптический знак кристалла.

16. Пластина толщиной 30 мкм, вырезанная из кристалла ромбической сингонии перпендикулярно n_m , имеет при скрещенных поляроидах интерференционную окраску желтую 2-го порядка, а такая же пластина, вырезанная перпендикулярно оси n_p - синюю 2-го порядка. Определить оптический знак кристалла.
17. Пластина толщиной 20 мкм, вырезанная из кристалла ромбической сингонии перпендикулярно острой биссектрисе, имеет при скрещенных поляроидах интерференционную окраску желтую 2-го порядка, а такая же пластина, вырезанная перпендикулярно оси n_p - синюю 3-го порядка. Определить оптический знак кристалла.
18. Пластина толщиной 30 мкм, вырезанная из кристалла ромбической сингонии перпендикулярно тупой биссектрисе, имеет при скрещенных поляроидах интерференционную окраску красную 2-го порядка, а такая же пластина, вырезанная перпендикулярно оси n_p - синюю 2-го порядка. Определить оптический знак кристалла.
19. Пластина толщиной 40 мкм, вырезанная из кристалла ромбической сингонии перпендикулярно плоскости оптических осей, имеет при скрещенных поляроидах интерференционную окраску красную 2-го порядка, а такая же пластина, вырезанная перпендикулярно оси n_p - красную 3-го порядка. Определить оптический знак кристалла.
20. Пластина толщиной 10 мкм, вырезанная из кристалла ромбической сингонии перпендикулярно острой биссектрисе, имеет при скрещенных поляроидах интерференционную окраску зеленую 2-го порядка, а такая же пластина, вырезанная перпендикулярно оси n_g - желтую 3-го порядка. Определить оптический знак кристалла.
21. Пластина толщиной 30 мкм, вырезанная из кристалла ромбической сингонии перпендикулярно оси n_g , имеет при скрещенных поляроидах интерференционную окраску красную 2-го порядка, а такая же пластина, вырезанная перпендикулярно оси n_p - синюю 3-го порядка. Какова будет окраска такой пластины, вырезанной параллельно плоскости оптических осей?
22. Пластина толщиной 30 мкм, вырезанная из кристалла ромбической сингонии параллельно плоскости оптических осей, имеет при скрещенных поляроидах интерференционную окраску красную 2-го порядка, а такая же пластина, вырезанная перпендикулярно оси n_p - синюю 2-го порядка. Определить оптический знак кристалла.
23. Пластина толщиной 20 мкм, вырезанная из кристалла ромбической сингонии перпендикулярно оси n_g , имеет при скрещенных поляроидах интерференционную окраску оранжевую 1-го порядка, а такая же пластина, вырезанная перпендикулярно оси n_p - синюю 3-го порядка. Какова будет окраска такой пластины, вырезанной параллельно плоскости оптических осей?
24. Пластина толщиной 20 мкм, вырезанная из кристалла ромбической сингонии параллельно плоскости оптических осей, имеет при скрещенных поляроидах интерференционную окраску красную 2-го порядка, а такая же пластина, вырезанная перпендикулярно оси n_p - оранжевую 1-го порядка. Определить оптический знак кристалла.

25. Пластина толщиной 10 мкм, вырезанная из кристалла ромбической сингонии параллельно плоскости оптических осей, имеет при скрещенных поляроидах интерференционную окраску желтую 2-го порядка, а такая же пластина, вырезанная перпендикулярно оси n_g - синюю 2-го порядка. Определить оптический знак кристалла.

Итоговый контроль – зачет с оценкой

Итоговый контроль по разделам 1 и 2 проводится в форме устного опроса (зачет с оценкой). Билет для проведения зачета содержит 2 теоретических вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 20 баллов. Общая оценка зачета складывается путем суммирования оценок за контрольную работу по модулю 1 (максимум 10 баллов), контрольную работу по модулю 2 (максимум 10 баллов), лабораторные работы (максимум 40 баллов) и ответ на зачете (максимум 40 баллов). Максимальная оценка зачета – 100 баллов.

Примеры контрольных вопросов для зачета с оценкой

1. Виды поляризации света. Преломление света в кристаллах и стеклах. Показатель преломления.
2. Методы измерения показателя преломления кристаллов и стекол. Метод рефрактометра, метод призмы, иммерсионный метод.
3. Физические явления, лежащие в основе появления полосы Бекке. Механизм ее возникновения.
4. Достоинства и недостатки иммерсионного метода измерения показателя преломления. Особенности применения иммерсионного метода для кристаллов средних сингоний.
5. Явление двойного лучепреломления. Оптическая ось кристалла. Сила двойного лучепреломления. Оптический знак кристалла.
6. Принцип построения основных оптических поверхностей кристаллов. Вид оптических поверхностей для кристаллов кубической сингонии и стекол.
7. Вид оптических поверхностей для кристаллов средних сингоний: поверхность показателя преломления и оптическая индикатриса
8. Вид оптических поверхностей для кристаллов средних сингоний: поверхность показателя преломления и волновая поверхность
9. Вид оптических поверхностей для кристаллов средних сингоний: волновая поверхность и оптическая индикатриса
10. Вид оптических поверхностей для кристаллов низших сингоний: поверхность показателя преломления и оптическая индикатриса
11. Дисперсия показателя преломления и дисперсия оптической индикатрисы кристаллов средних сингоний.
12. Дисперсия показателя преломления и дисперсия оптической индикатрисы кристаллов низших сингоний.
13. Количественная оценка дисперсии света. Относительная дисперсия. Коэффициент дисперсии.

14. Принцип построения оптической индикатрисы и информация, получаемая при ее использовании.
15. Прохождение света через систему поляризатор-кристалл-анализатор. Общий случай.
16. Прохождение света через оптически одноосный кристалл. Разность хода волн.
17. Усиление и ослабление окраски кристалла при прохождении плоскополяризованного света через систему поляризатор-кристалл-анализатор. Анализатор и поляризатор параллельны.
18. Усиление и ослабление окраски кристалла при прохождении плоскополяризованного света через систему поляризатор-кристалл-анализатор. Анализатор и поляризатор скрещены.
19. Интерференционная окраска, возникающая вследствие двойного лучепреломления в кристаллах, при прохождении монохроматического света.
20. Интерференционная окраска, возникающая вследствие двойного лучепреломления в кристаллах, при прохождении полихроматического света.
21. Причины появления интерференционной окраски кристаллов, вызванной двойным лучепреломлением.
22. Связь между толщиной кристалла, его интерференционной окраской и силой двойного лучепреломления. Номограмма Мишель-Леви.
23. Поглощение света в кристаллах. Причины возникновения плеохроизма.
24. Коноскопическое исследование кристаллов средних сингоний.
25. Коноскопическое исследование кристаллов низших сингоний.
26. Оптические компенсаторы, их назначение, пример использования.
27. Оптическая активность кристаллов и ее проявление в кристаллах различных сингоний.
28. Окраска кристаллов, вызванная оптической активностью. Дисперсия оптической активности и ее измерение.
29. Магнитооптический эффект, сходство и различие с оптической активностью.
30. Причины возникновения в кристаллах оптической активности и эффекта Фарадея.
31. Пьезооптический эффект, его численная характеристика.
32. Пьезооптический эффект в кристаллах средних сингоний.
33. Пьезооптический эффект в кристаллах низших сингоний.
34. Пьезооптический эффект в кристаллах высшей сингонии и в стеклах.
35. Применение пьезооптического эффекта для анализа качества кристаллов. Поляризационно-оптический метод.
36. Электрооптический эффект. Связь индукции и напряженности электрического поля.
37. Поляризация диэлектрика под действием внешнего электрического поля (вектор индукции не совпадает с кристаллофизическими осями).
38. Поляризация диэлектрика под действием внешнего электрического поля (вектор индукции совпадает с кристаллофизическими осями)

39. Линейный и квадратичный электрооптический эффекты. Связь матрицы электрооптических коэффициентов с симметрией кристалла.
40. Электрооптический эффект. Практическое применение электрооптического эффекта.

8.2. Пример билета к зачету с оценкой.

«Утверждаю» Зав. кафедрой ХТК И.Х. Аветисов «__» _____ 20__	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии кристаллов
	18.03.01 Химическая технология
	Профиль - Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники
	Физическая химия идеального кристалла. Кристаллооптика
Билет № 1 1. Явление двойного лучепреломления. Сила двойного лучепреломления. Оптический знак кристалла. 2. Коноскопическое исследование кристаллов средних сингоний.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Маракушев А.А. и др. Петрография. Основы кристаллооптики и породообразующие минералы : учебник для вузов / А. А. Маракушев, А. В. Бобров, Н. Н. Перцев, А. Н. Феногенов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 307 с.

Б. Дополнительная литература

1. Майер А.А. Физическая химия твердого тела: Кристаллооптика : учебное пособие / А.А. Майер. – М. : МХТИ, 1984. - 84 с.
2. Шаскольская, М. П. Кристаллография: учебное пособие для вузов / М.П. Шаскольская. - 2-е изд., пере-раб. и доп. - М. : Высшая школа, 1984. - 376 с

9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям
- Презентации к лекциям
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ
- Интернет - ресурсы:
 - <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
 - <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
 - <https://lib.muctr.ru/> - Информационно-библиотечный центр РХТУ им.Д.И.Менделеева
 - <http://lib.msu.su> - Научная библиотека Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова

- <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <https://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 5, (общее число слайдов – 175);
- комплекты прозрачных шлифов кристаллов, объемных образцов кристаллов и стекол, поликристаллических образцов (общее число образцов – 20);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 40).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 12.04.2019).
- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/93/91/5> (дата обращения: 12.04.2019).
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 12.04.2019).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 12.04.2019).
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 12.04.2019).
- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://i-exam.ru/> (дата обращения: 12.04.2019).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Методические рекомендации по организации учебной работы студента, обучающегося в бакалавриате, направлены на повышение эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по курсу.

Учебный курс «Физическая химия идеального кристалла. Кристаллооптика» включает 2 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность. При изучении материала каждого модуля рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из

литературных источников, представленных в рабочей программе. Изучение материала каждого раздела заканчивается контролем его освоения в форме контрольной работы. Результаты выполнения контрольных работ оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний.

Рабочая программа дисциплины «Физическая химия идеального кристалла. Кристаллооптика» предусматривает проведение лабораторного практикума в объеме 32 ч. Работы выполняются в часы, выделенные учебным планом в 5 семестре. Лабораторный практикум выполняется, когда изучен материал первого раздела курса «Физическая химия идеального кристалла. Кристаллооптика». Лабораторные работы охватывают оба раздела. На выполнение каждой работы отводится примерно 6,5 часов, и точное время определяется ее трудоемкостью.

Целью выполнения лабораторных работ является закрепление полученных теоретических знаний, расширение эрудиции и кругозора студента бакалавриата в области исследования оптических свойств кристаллов и применения оптических методов для оценки качества кристаллов, развитие творческого потенциала и самостоятельного мышления студента. В задачи подготовки к выполнению лабораторных работ входит совершенствование навыков работы с информационными ресурсами, получение практического опыта проведения работ с оптическими приборами, обработки и анализа полученных результатов, формулирования выводов по выполненной работе, знакомство с правилами оформления лабораторных работ.

При подготовке к выполнению лабораторных работ студент должен руководствоваться следующими основными принципами:

- целевое применение изученных в курсе «Физическая химия идеального кристалла. Кристаллооптика» теоретических положений и сведений,
- критическое восприятие полученных в лабораторной работе результатов исследований;
- строгий аналитический подход к обработке результатов.

Подготовка к лабораторной работе ориентирована в первую очередь на самостоятельную работу обучающегося с информационными ресурсами – практикумом по кристаллооптике, конспектом лекций и раздаточным материалом, справочной литературой, ресурсами Интернета. Доступ к указанным ресурсам обеспечивается фондами научно-технической библиотеки вуза и кафедры, электронными библиотеками и поисковыми системами Интернета.

При оформлении лабораторных работ следует ориентироваться на требования, приведенные в практикуме по кристаллооптике.

Содержание и оформление лабораторных работ оценивается в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка за выполнение всех работ лабораторного практикума составляет 40 баллов и входит в 60 баллов, отводимых на работу студента в семестре.

Изучение всей дисциплины завершается итоговым контролем в форме зачета с оценкой. Максимальная оценка зачета составляет 40 баллов.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Дисциплина «Физическая химия идеального кристалла. Кристаллооптика» изучается в 5 семестре бакалавриата.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен учитывать, что студенты, обучающиеся в бакалавриате, имеют определенную подготовку по общим и специальным дисциплинам профиля, полученную ими при обучении в предыдущих четырех семестрах, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал курса должен быть ориентирован на формирование у студентов логической связи между уже известными им сведениями о строении кристаллов с одной стороны, и физическими (оптическими) явлениями в различных средах, с другой стороны. Необходимо обращать внимание студентов на обоснование круга рассматриваемых

вопросов, формулировки основных положений и определений, практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться связь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом (в частности, с курсом «Физическая химия идеального кристалла. Кристаллография»).

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Физическая химия идеального кристалла. Кристаллооптика», является формирование у студентов значительного объема знаний в области взаимодействия световых волн с кристаллами и оптических свойств кристаллов, закладка теоретических основ оптических методов исследования свойств кристаллов и необходимости их применения для оценки соответствия качества и характеристик кристалла различным научно-исследовательским задачам. Преподаватель должен акцентировать внимание студентов на важных оптических свойствах кристаллов и способах их измерения. При проведении занятий желательно использовать примеры конкретных кристаллов (химическая формула, номенклатурное и тривиальное название, внешний вид, кристаллическая структура).

Во вводной лекции курса следует обратиться к знаниям студентов, полученным ими ранее при изучении курса физики (оптики).

В разделе «Взаимодействие электромагнитного излучения с кристаллами: теоретические основы. Основные свойства кристаллов» рекомендуется подробно рассмотреть принципы построения оптических поверхностей и привести несколько примеров построения, используя интерактивную презентацию. Преподаватель должен уделить существенное внимание вопросу прохождения света через систему «поляризатор-кристалл-анализатор» и интерференционной окраске кристаллов, поскольку этот раздел является основой для последующего проведения лабораторных работ.

Раздел «Применение оптических методов для исследования свойств кристаллов» иллюстрирует связь между влиянием симметрии кристалла и различных внешних факторов на оптические свойства кристаллов. В контексте данного раздела преподавателю следует акцентировать внимание студентов на решении обратной задачи – выявление особенностей строения кристалла по наличию или изменению его определенных оптических свойств. На лабораторных работах рекомендуется постоянно подчеркивать связь наблюдаемого явления с его физическими основами, делать упор на влияние симметрии кристалла на его оптические свойства.

Необходимой составляющей лекционных занятий по курсу является широкое использование иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники. Иллюстративный материал включает презентации по разделам курса, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, PowerPoint в составе Microsoft Office), в том числе слайды с анимацией, показывающие поэтапное построение оптических поверхностей или их сечений для различных случаев прохождения световой волны через кристалл. Для лабораторных занятий используются комплекты прозрачных шлифов, объемных образцов кристаллов и стекол, поликристаллические образцы. На лабораторных занятиях рекомендуется давать студентам самостоятельно готовить некоторые образцы для исследований, например, иммерсионные препараты.

При проведении лекционных занятий преподаватель может рекомендовать студентам дополнительную литературу по тематике занятия. Желательно стимулировать студентов к самостоятельной работе с литературными источниками, в том числе с конспектами уже прослушанных лекций по курсу, задавая вопросы и организуя их краткое обсуждение в аудитории.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет

Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 составляет 1708373 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-827/2018 от 26.09.2018 г. Сумма договора – 357 000-00 С «26» сентября 2018г. по « 25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань" — ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в которых интегрированы бесплатные сервисы для незрячих студентов и синтезатор речи. Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва "Лань", Национальный Открытый Университет"ИНТУИТ", "Инженерно-технические науки" изд-ва "Лань".
	ЭБС «ЛАНЬ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г. Сумма договора – 642 083-68	

		С «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера	«Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», Национальный Открытый Университет«ИНТУИТ», Инженерно-технические науки" изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» изд-ва Дашков и К. А также отдельные издания в соответствии с Договором.
2.	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru».	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ», договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г. Сумма договора - 934 693-00 С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Электронные версии периодических и неперидических изданий по различным отраслям науки
4	Издательство Wiley	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Wiley/130 от 10.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.
5	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор	Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств,

	Компании Elsevier	№ Reaxys /130 от 10.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
6	Scopus	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Scopus/130 от 09.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.scopus.com. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER
7	Ресурсы международной компании Clarivate Analytics	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № WoS/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.

8	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество)	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № RSC/130 от 08.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.
9	База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № CAS/130 от 23.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://scifinder.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.	SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.
10	Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ № исх.- 1294 от 09 10 2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.	«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2014-2018гг.

11	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-1299/2018 от 06.03.2019 г. С «06» марта 2019г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Сумма договора – 73 247-39 Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция книг по естественно-научным и техническим отраслям наук.
12	ЭБС «ЮРАЙТ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора – ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ», Договор № №29.01-3-2.0-1168/2018 от 11.01.2019 г. С «11» января 2019 г. по «10» января 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС - https://biblio-online.ru/ Сумма договора – 220 000-00 руб. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Физическая химия идеального кристалла. Кристаллооптика» проводятся в форме лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы студента.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

- Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.
- Учебная лаборатория, оснащенная лабораторной мебелью, научным и технологическим оборудованием для проведения лабораторных работ.
- Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Цветная номограмма Мишель-Леви; комплекты прозрачно-полированных шлифов кристаллов, объемных образцов кристаллов и стекол, поликристаллических образцов.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Операционная система Microsoft Windows 10 Education (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching , соглашение от 31.01.2019 ICM-169788 , номер подписки IM91021 , действительно до 30.01.2021 , счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021
2	Microsoft Visio Professional 2019 (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching , соглашение от 31.01.2019 ICM-169788 , номер подписки IM91021 , действительно до 30.01.2021 , счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Взаимодействие электромагнитного излучения с кристаллами: теоретические основы. Основные свойства кристаллов.	<i>Знает:</i> - закономерности прохождения неполяризованного, а также поляризованного параллельного и сходящегося света сквозь кристаллы разных кристаллографических категорий; - о связи особенностей симметрии внутреннего строения кристаллов с симметрий их физических свойств. - основные оптические свойства кристаллов и способы их измерения <i>Умеет:</i> - строить оптические поверхности для разных кристаллографических категорий кристаллов и использовать их для теоретического и практического	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за зачет

	анализа оптических характеристик кристаллов; - качественно и количественно описывать свойства кристаллов, обусловленные их внешней и внутренней симметрией.	
Раздел 2. Применение оптических методов для исследования свойств кристаллов	<i>Знает:</i> - основные оптические свойства кристаллов и способы их измерения <i>Умеет:</i> - анализировать оптические свойства кристаллов с точки зрения оценки их качества и практического применения <i>Владеет:</i> - практическими навыками исследования оптических свойств кристаллов	Оценка за контрольную работу №2 Оценки за лабораторные занятия Оценка за зачет

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья на основании письменного заявления обучение по дисциплине реализуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее-индивидуальных особенностей); обеспечивается соблюдение следующих общих требований: использование специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего такому обучающемуся необходимую техническую помощь, обеспечение доступа в здания и помещения, где проходит учебный процесс, другие условия, без которых невозможно или затруднено изучение дисциплины.

Обеспечивается соблюдение следующих общих требований: проведение обучения по дисциплине для студентов-инвалидов лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся; присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего(их) обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей; пользование необходимыми обучающимся техническими средствами с учетом их индивидуальных особенностей.

Все локальные нормативные акты РХТУ им. Д.И. Менделеева по вопросам реализации дисциплины (модуля) практики, доводятся до сведения обучающихся с ограниченными возможностями здоровья в доступной для них форме.

Продолжительность прохождения промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности увеличивается по письменному заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья; продолжительность экзамена и (или) зачета, проводимого в письменной форме, увеличивается не менее чем на 0,5 часа; продолжительность подготовки обучающегося к ответу на экзамене и (или) зачете, проводимом в письменной форме, – не менее чем на 0,5 часа; продолжительность ответа обучающегося при устном ответе увеличивается не более чем на 0,5 часа.

**Дополнения и изменения к рабочей программе
«Физическая химия идеального кристалла. Кристаллооптика»
основной образовательной программы**

18.03.01 «Химическая технология»

Профиль – «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и
нанoeлектроники»

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата»

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения, договоров с ЭБЦ и информационных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 1 от «31» августа 2019 г
2.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«Утверждаю»

ректор

(Руководитель образовательной организации)

А.Г. Мажуга

(Подпись)

(И.О. Фамилия)

«_____» _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Теория роста кристаллов»
(Б1.В.ОД.13)**

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной
техники и нанoeлектроники»

Квалификация – бакалавр

Программа одобрена
Методической комиссией
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«31» мая 2019 г.

Председатель _____ **Н.А. Макаров**
(Подпись) (И.О. Фамилия)

Москва 2019 г.

Программа составлена:
доцентом кафедры химии и технологии кристаллов
М.В. Провоторовым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии кристаллов РХТУ
им.Д.И. Менделеева «21» мая 2019 г., протокол № 13.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Цели и задачи дисциплины	4
2	Требования к результатам освоения дисциплины	4
3	Объем дисциплины и виды учебной работы	5
4	Содержание дисциплины	6
	4.1 Разделы дисциплины и виды занятий	6
	4.2 Содержание разделов дисциплины	6
5	Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины	8
6	Практические занятия и КСР	8
6.1	Практические занятия	8
6.2	Курсовая самостоятельная работа (курсовой проект)	9
7	Самостоятельная работа	9
8	Фонд оценочных средств для контроля освоения дисциплины	9
8.1	Примерная тематика курсовых проектов.....	9
8.2	Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины	9
8.3	Примеры контрольных вопросов для контроля освоения дисциплины на зачете с оценкой.....	11
8.4	Структура и пример билетов к зачету с оценкой	14
9	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	14
9.1	Рекомендуемая литература	14
9.2	Рекомендуемые источники научно-технической информации	14
9.3	Средства обеспечения освоения дисциплины	15
10	Методические указания для обучающихся	16
11	Методические рекомендации для преподавателей	16
12	Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе	17
13	Материально-техническое обеспечение дисциплины	19
13.1	Оборудование, необходимое в образовательном процессе	19
13.2	Учебно-наглядные пособия	19
13.3	Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства	19
13.4	Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы ..	19
13.5	Перечень лицензионного программного обеспечения	19
14	Требования к оценке качества освоения программы	20
15	Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	20

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа дисциплины «Теория роста кристаллов» для подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 – Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии РХТУ им. Д. И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплин профиля кафедры химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И.Менделеева.

Программа относится к вариативной части учебного плана, блоку обязательных дисциплин (Б1.В.ОД.13) и рассчитана на изучение дисциплины в 5 семестре обучения. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей химии, математике, физике, физической химии, кристаллографии.

Цель дисциплины – подготовка конкурентоспособных специалистов для подразделений центров высоких технологий в области разработки и применения новых монокристаллических материалов, владеющих фундаментальными теоретическими основами этой науки как неизменными и нестареющими в процессе научно-технического развития ее аспектов.

Основные задачи:

- подготовить специалистов владеющих фундаментальными основами управления процессами зарождения и роста монокристаллов;
- подготовить специалистов владеющих теоретическими основами ростового формообразования монокристаллов как основного инструмента диагностики качества ростовых процессов;
- подготовить специалистов, ориентирующихся на основе общих законов кристаллообразования в вопросах футурологии развития методов выращивания монокристаллов.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины при подготовке бакалавров по направлению 18.03.01 «Химическая технология»; профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» способствует формированию следующих компетенций:

Профессиональных:

- способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (**ПК-16**);
- готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления (**ПК-19**).
- готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (**ПК-20**)

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- законы, управляющие естественными ростовыми формами монокристаллов; законы, управляющие процессами роста монокристаллов и пути стабилизации этих процессов;

уметь:

- использовать морфологические признаки растущего монокристалла для управления процессом его роста;

владеть:

- навыками теоретического анализа различных процессов роста монокристаллов на основании фундаментальных законов кристаллообразования.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс изучается в 5 семестре бакалавриата на базе знаний, полученных студентами на первых курсах. Контроль освоения студентами материала курса осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

Виды учебной работы	Всего	
	Зач. ед.	Ак. час.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144
Контактная работа – аудиторные занятия:	2	64
Лекции (Лек)	1	32
Практические занятия (ПЗ)	1	32
Самостоятельная работа (СР):	2	80
Контактная самостоятельная работа		0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		79,8
Виды контроля: Зачет с оценкой	-	-

Виды учебной работы	Всего	
	Зач. ед.	Астр. час.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	2	48
Лекции (Лек)	1	24
Практические занятия (ПЗ)	1	24
Самостоятельная работа (СР):	2	60
Контактная самостоятельная работа		0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,85
Виды контроля: Зачет с оценкой	-	-

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек- ции	Прак. Зан.	Лаб. рабо- ты	Сам. работ а
1	Раздел 1. Зарождение кристаллов	72	16	16		40
2	Раздел 2. Рост кристаллов	72	16	16		40
	ИТОГО	144	32	32	-	80

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1.

1. Введение. История вопроса.

Связь курса с другими специальными дисциплинами. Цель, задачи и структура курса. Порядок прохождения курса. Три периода истории развития теории роста кристаллов: Дж. В. Гиббс, П. Кюри, Ю. (Г.) В. Вульф и их работы в области теории роста кристаллов. Феноменологические и атомарноструктурные теории. Развитие атомарноструктурного подхода от В. Косселя и И. Н. Странского до П. Беннемы. Дислокационный механизм роста В. Бартока, Н. Кабреры и Ф. К. Франка. Работы А. А. Чернова.

2. Феномен плоскогранности кристалла. Макро- и микрограницы. Визуализация. Изогнутый кристалл.

3. Ростовые формы. Самоподобие идеального кристалла. Центр зарождения кристалла. Пирамиды роста. Секторы роста. Естественные и искусственные грани кристалла. Псевдограницы кристалла.

4. Коэффициент формы грани кристалла. Коэффициент формы пирамиды роста.

5. Первое начало термодинамики для растущего кристалла.

6. Второе начало термодинамики для растущего кристалла. Объединенное первое и второе начало термодинамики для растущего кристалла. Лабильность равновесия растущего кристалла. Потенциальный барьер роста растущего кристалла.

7. Термодинамические потенциалы растущего кристалла.

8. Уравнение (правило) Вульфа.

9. Действительные, вырожденные и мнимые грани кристаллов. Векторная форма уравнения Вульфа.

10. Указательная поверхность удельной свободной поверхностной энергии кристалла (указательная поверхность Эренфеста). Сингулярные грани кристалла. Природа специфичности огранки данного вида кристаллов.

11. Неравновесный процесс зарождения и роста кристаллов (процесс Вольмера-Вебера). Особые точки процесса Вольмера-Вебера: равновесная точка, точка перегиба и точка нулевого значения энергии Гиббса. Универсальная кривая процесса Вольмера-Вебера.

12. Спонтанное зарождение кристалла. Критический радиус кристаллического зародыша. Инкубационный период кристаллизации.

Раздел 2.

13. Сила кристаллизационного давления. Состав силы кристаллизационного давления: объемная сила, поверхностная сила и сила внешнего давления. Векторная диаграмма состава силы кристаллизационного давления.

14. Кристаллизационное давление. Состав кристаллизационного давления: объемное давление, поверхностное давление и внешнее давление.

15. Состав кристаллизационного давления и силы кристаллизационного давления в процессе Вольмера-Вебера. Универсальные зависимости компонентов кристаллизационного давления от размера кристалла.

16. Экспериментальное определение поверхностного и объемного давлений при кристаллизации. Возможность получения сверхвысоких давлений при кристаллизации нанокристаллов.

17. Получение алмазных пленок.

18. Зависимость объема кристалла от концентрации кристаллизующего вещества в кристаллизационной среде. Случай неограниченной кристаллизационной среды. Зависимость объема кристалла от изменения объема кристаллизационной среды. Предкристаллизационные среды.

19. Уравнение состояния растущего кристалла.

20. Постулат о существовании физико-химического равновесия для макрокристаллов.

21. Изобарный рост кристалла из расплава или чистой паровой фазы или из раствора при постоянной концентрации и при постоянном объеме кристаллизационной среды. Уравнение Томсона-Кельвина для растущих кристаллов при переохлаждении кристаллизационной среды. Зависимость размера кристалла от переохлаждения кристаллизационной среды в неравновесном процессе.

22. Изотермический рост кристаллов из расплава или чистой паровой фазы, или из раствора при постоянной концентрации и постоянном объеме кристаллизационной среды. Уравнение Томсона-Кельвина для растущего кристалла при пересыщении по давлению. Зависимость размера кристалла от внешнего давления в неравновесном процессе.

23. Изобарно-изотермический рост кристаллов при изменении концентрации или объема кристаллизационной среды. Уравнение Томсона-Кельвина для растущего кристалла при концентрационном пересыщении. Зависимость размера кристалла от концентрационного пересыщения в неравновесном процессе.

24. Равновесная метастабильная область кристаллизации. Равновесное пересыщение кристаллизационной среды по температуре, давлению, концентрации и объему этой среды. Равновесное возмущение равновесного пересыщения растущего кристалла.

25. Неравновесная метастабильная область кристаллизации. Неравновесное пересыщение кристаллизационной среды по температуре, давлению, концентрации и объему этой среды. Неравновесное возмущение равновесного состояния растущего кристалла.

26. Дифференциальное уравнение малого неравновесного возмущения растущего кристалла.

27. Решение дифференциального уравнения малого неравновесного гармонического возмущения растущего кристалла. Стабилизация лабильности растущего кристалла при таком гармоническом возмущении. Аналогия с маятником Капицы.

28. Стабилизация лабильного равновесия растущего кристалла при тепловом флуктуационном неравновесном возмущении кристаллизационной среды. Условия, при которых наступает такая стабилизация.

29. Равновесная и неравновесная множественная кристаллизация. Признаки этих видов кристаллизации.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Компетенции	Разделы	
	1	2
Знать:		
· законы, управляющие естественными ростовыми формами монокристаллов; законы, управляющие процессами роста монокристаллов и пути стабилизации этих процессов;	+	+
Уметь:		
· использовать морфологические признаки растущего монокристалла для управления процессом его роста;	+	+
- навыками теоретического анализа различных процессов роста монокристаллов на основании фундаментальных законов кристаллообразования.	+	+
Владеть:		
- навыками теоретического анализа различных процессов роста монокристаллов на основании фундаментальных законов кристаллообразования.	+	+
Профессиональные компетенции:		
· способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-16);	+	+
· готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления (ПК-19).	+	+
· готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-20)	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ И КСР

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Теория роста кристаллов» в объеме 32 ак. час. (1 зач. ед.). Практические занятия проводятся под руководством преподавателей и направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, расширение знаний в области теории кристаллизации.

Примерный перечень практических занятий

№ пп	Раздел	Темы практических занятий	Часы

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче зачета по курсу.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

По дисциплине предусмотрены две контрольные работы, каждая по 30 баллов.

Раздел 1.

Контрольная №1

1. Феномен плоскогранности кристалла. Закон Стенона. Макро- и микрограницы. Визуализация.
2. Атомарно-структурная модель механизма роста кристаллов.
3. Дислокационный механизм роста кристаллов.
4. Ростовые формы. Самоподобие идеального кристалла. Центр зарождения кристалла. Пирамиды роста. Секторы роста.
5. Естественные и искусственные грани кристалла. Псевдограницы кристалла.
6. Коэффициент формы грани кристалла. Коэффициент формы пирамиды роста.
7. Первое начало термодинамики для растущего кристалла.
8. Второе начало термодинамики для растущего кристалла. Объединенное первое и второе начало термодинамики для растущего кристалла. Лабильность равновесия растущего кристалла. Потенциальный барьер роста растущего кристалла.
9. Объединенное первое и второе начало термодинамики для растущего кристалла, выраженное через функцию Гельмгольца.
10. Объединенное первое и второе начало термодинамики для растущего кристалла, выраженное через энтальпию.

11. Объединенное первое и второе начало термодинамики для растущего кристалла, выраженное через потенциал Гиббса.
12. Уравнение (правило) Вульфа, выраженное через внутреннюю энергию.
13. Уравнение (правило) Вульфа, выраженное через функцию Гельмгольца.
14. Уравнение (правило) Вульфа, выраженное через энтальпию.
15. Уравнение (правило) Вульфа, выраженное через потенциал Гиббса.
16. Действительные, вырожденные и мнимые грани кристаллов. Векторная форма уравнения Вульфа.
17. Указательная поверхность удельной свободной поверхностной энергии кристалла (указательная поверхность Эренфеста). Сингулярные грани кристалла. Природа специфичности огранки данного вида кристаллов.
18. Неравновесный процесс зарождения и роста кристаллов (процесс Вольмера-Вебера), выраженный через внутреннюю энергию.
19. Неравновесный процесс зарождения и роста кристаллов (процесс Вольмера-Вебера), выраженный через функцию Гельмгольца.
20. Неравновесный процесс зарождения и роста кристаллов (процесс Вольмера-Вебера), выраженный через энтальпию.
21. Неравновесный процесс зарождения и роста кристаллов (процесс Вольмера-Вебера), выраженный через потенциал Гиббса.
22. Обобщенное двучленное уравнение процесса Вольмера-Вебера.
23. Особые точки процесса Вольмера-Вебера: равновесная точка, точка перегиба и точка нулевого значения энергии Гиббса. Универсальная кривая процесса Вольмера-Вебера.
24. Спонтанное зарождение кристалла. Критический радиус кристаллического зародыша. Инкубационный период кристаллизации.
25. Обобщенное трехчленное уравнение процесса Вольмера-Вебера.

Раздел 2.

Контрольная №2

1. Сила кристаллизационного давления. Состав силы кристаллизационного давления: объемная сила, поверхностная сила и сила внешнего давления. Векторная диаграмма состава силы кристаллизационного давления.
2. Кристаллизационное давление. Состав кристаллизационного давления: объемное давление, поверхностное давление и внешнее давление.
3. Состав кристаллизационного давления и силы кристаллизационного давления в процессе Вольмера-Вебера.
4. Универсальные зависимости компонентов кристаллизационного давления от размера кристалла.
5. Экспериментальное определение поверхностного давления при кристаллизации. Возможность получения сверхвысоких давлений при кристаллизации нанокристаллов.
6. Экспериментальное определение объемного давления при кристаллизации.
7. Получение алмазных пленок.
8. Зависимость объема кристалла от концентрации кристаллизующего вещества в кристаллизационной среде. Случай неограниченной кристаллизационной среды.
9. Зависимость объема кристалла от изменения концентрации в кристаллизационной среде.
10. Зависимость объема кристалла от изменения объема кристаллизационной среды.
11. Предкристаллизационные среды. Универсальная зависимость объема кристаллов от концентрации и объема предкристаллизационных сред.
12. Уравнение состояния растущего кристалла.
13. Постулат о существовании физико-химического равновесия.

14. Изобарный рост кристалла из расплава или чистой паровой фазы или из раствора при постоянной концентрации и при постоянном объеме кристаллизационной среды. Уравнение Томсона-Кельвина для растущих кристаллов при переохлаждении кристаллизационной среды.
15. Изобарный рост кристалла из расплава или чистой паровой фазы или из раствора при постоянной концентрации и при постоянном объеме кристаллизационной среды. Зависимость размера кристалла от переохлаждения кристаллизационной среды в неравновесном процессе.
16. Изотермический рост кристаллов из расплава или чистой паровой фазы, или из раствора при постоянной концентрации и постоянном объеме кристаллизационной среды. Уравнение Томсона-Кельвина для растущего кристалла при пересыщении по давлению.
17. Изотермический рост кристаллов из расплава или чистой паровой фазы, или из раствора при постоянной концентрации и постоянном объеме кристаллизационной среды. Зависимость размера кристалла от внешнего давления в неравновесном процессе.
18. Изобарно-изотермический рост кристаллов при изменении концентрации или объема кристаллизационной среды. Уравнение Томсона-Кельвина для растущего кристалла при концентрационном пересыщении.
19. Изобарно-изотермический рост кристаллов при изменении концентрации или объема кристаллизационной среды. Зависимость размера кристалла от концентрационного пересыщения в неравновесном процессе.
20. Равновесная метастабильная область кристаллизации. Равновесное пересыщение кристаллизационной среды по температуре, давлению, концентрации и объему этой среды. Равновесное возмущение равновесного пересыщения растущего кристалла.
21. Неравновесная метастабильная область кристаллизации. Неравновесное пересыщение кристаллизационной среды по температуре, давлению, концентрации и объему этой среды. Неравновесное возмущение равновесного состояния растущего кристалла.
22. Дифференциальное уравнение малого неравновесного возмущения растущего кристалла.
23. Решение дифференциального уравнения малого неравновесного гармонического возмущения растущего кристалла. Стабилизация лабильности растущего кристалла при таком гармоническом возмущении. Аналогия с маятником Капицы.
24. Стабилизация лабильного равновесия растущего кристалла при тепловом флуктуационном неравновесном возмущении кристаллизационной среды. Условия, при которых наступает такая стабилизация.
25. Равновесная и неравновесная множественная кристаллизация. Признаки этих видов кристаллизации.

Итоговый контроль – зачет с оценкой

Итоговый контроль проводится в форме зачета с оценкой. Билет для проведения зачета содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 20 баллов. Общая оценка зачета складывается путем суммирования оценок за контрольную работу №1 (максимум 30 баллов), контрольную работу №2 (максимум 30 баллов) и ответ на зачете (максимум 40 баллов). Максимальная оценка зачета – 100 баллов.

8.3. Примеры контрольных вопросов для контроля освоения дисциплины на зачете с оценкой

1. Феномен плоскогранности кристалла. Закон Стенона. Макро- и микрограницы. Визциналии.
2. Атомарно-структурная модель механизма роста кристаллов.
3. Дислокационный механизм роста кристаллов.
4. Ростовые формы. Самоподобие идеального кристалла. Центр зарождения кристалла. Пирамиды роста. Секторы роста.
5. Естественные и искусственные грани кристалла. Псевдограницы кристалла.

6. Коэффициент формы грани кристалла. Коэффициент формы пирамиды роста.
7. Первое начало термодинамики для растущего кристалла.
8. Второе начало термодинамики для растущего кристалла. Объединенное первое и второе начало термодинамики для растущего кристалла. Лабильность равновесия растущего кристалла. Потенциальный барьер роста растущего кристалла.
9. Объединенное первое и второе начало термодинамики для растущего кристалла, выраженное через функцию Гельмгольца.
10. Объединенное первое и второе начало термодинамики для растущего кристалла, выраженное через энтальпию.
11. Объединенное первое и второе начало термодинамики для растущего кристалла, выраженное через потенциал Гиббса.
12. Уравнение (правило) Вульфа, выраженное через внутреннюю энергию.
13. Уравнение (правило) Вульфа, выраженное через функцию Гельмгольца.
14. Уравнение (правило) Вульфа, выраженное через энтальпию.
15. Уравнение (правило) Вульфа, выраженное через потенциал Гиббса.
16. Действительные, вырожденные и мнимые грани кристаллов. Векторная форма уравнения Вульфа.
17. Указательная поверхность удельной свободной поверхностной энергии кристалла (указательная поверхность Эренфеста). Сингулярные грани кристалла. Природа специфичности огранки данного вида кристаллов.
18. Неравновесный процесс зарождения и роста кристаллов (процесс Вольмера-Вебера), выраженный через внутреннюю энергию.
19. Неравновесный процесс зарождения и роста кристаллов (процесс Вольмера-Вебера), выраженный через функцию Гельмгольца.
20. Неравновесный процесс зарождения и роста кристаллов (процесс Вольмера-Вебера), выраженный через энтальпию.
21. Неравновесный процесс зарождения и роста кристаллов (процесс Вольмера-Вебера), выраженный через потенциал Гиббса.
22. Обобщенное двучленное уравнение процесса Вольмера-Вебера.
23. Особые точки процесса Вольмера-Вебера: равновесная точка, точка перегиба и точка нулевого значения энергии Гиббса. Универсальная кривая процесса Вольмера-Вебера.
24. Спонтанное зарождение кристалла. Критический радиус кристаллического зародыша. Инкубационный период кристаллизации.
25. Обобщенное трехчленное уравнение процесса Вольмера-Вебера.
26. Сила кристаллизационного давления. Состав силы кристаллизационного давления: объемная сила, поверхностная сила и сила внешнего давления. Векторная диаграмма состава силы кристаллизационного давления.
27. Кристаллизационное давление. Состав кристаллизационного давления: объемное давление, поверхностное давление и внешнее давление.
28. Состав кристаллизационного давления и силы кристаллизационного давления в процессе Вольмера-Вебера.
29. Универсальные зависимости компонентов кристаллизационного давления от размера кристалла.
30. Экспериментальное определение поверхностного давления при кристаллизации. Возможность получения сверхвысоких давлений при кристаллизации нанокристаллов.
31. Экспериментальное определение объемного давления при кристаллизации.
32. Получение алмазных пленок.
33. Зависимость объема кристалла от концентрации кристаллизующего вещества в кристаллизационной среде. Случай неограниченной кристаллизационной среды.

34. Зависимость объема кристалла от изменения концентрации в кристаллизационной среде.
35. Зависимость объема кристалла от изменения объема кристаллизационной среды.
36. Предкристаллизационные среды. Универсальная зависимость объема кристаллов от концентрации и объема предкристаллизационных сред.
37. Уравнение состояния растущего кристалла.
38. Постулат о существовании физико-химического равновесия.
39. Изобарный рост кристалла из расплава или чистой паровой фазы или из раствора при постоянной концентрации и при постоянном объеме кристаллизационной среды. Уравнение Томсона-Кельвина для растущих кристаллов при переохлаждении кристаллизационной среды.
40. Изобарный рост кристалла из расплава или чистой паровой фазы или из раствора при постоянной концентрации и при постоянном объеме кристаллизационной среды. Зависимость размера кристалла от переохлаждения кристаллизационной среды в неравновесном процессе.
41. Изотермический рост кристаллов из расплава или чистой паровой фазы, или из раствора при постоянной концентрации и постоянном объеме кристаллизационной среды. Уравнение Томсона-Кельвина для растущего кристалла при пересыщении по давлению.
42. Изотермический рост кристаллов из расплава или чистой паровой фазы, или из раствора при постоянной концентрации и постоянном объеме кристаллизационной среды. Зависимость размера кристалла от внешнего давления в неравновесном процессе.
43. Изобарно-изотермический рост кристаллов при изменении концентрации или объема кристаллизационной среды. Уравнение Томсона-Кельвина для растущего кристалла при концентрационном пересыщении.
44. Изобарно-изотермический рост кристаллов при изменении концентрации или объема кристаллизационной среды. Зависимость размера кристалла от концентрационного пересыщения в неравновесном процессе.
45. Равновесная метастабильная область кристаллизации. Равновесное пересыщение кристаллизационной среды по температуре, давлению, концентрации и объему этой среды. Равновесное возмущение равновесного пересыщения растущего кристалла.
46. Неравновесная метастабильная область кристаллизации. Неравновесное пересыщение кристаллизационной среды по температуре, давлению, концентрации и объему этой среды. Неравновесное возмущение равновесного состояния растущего кристалла.
47. Дифференциальное уравнение малого неравновесного возмущения растущего кристалла.
48. Решение дифференциального уравнения малого неравновесного гармонического возмущения растущего кристалла. Стабилизация лабильности растущего кристалла при таком гармоническом возмущении. Аналогия с маятником Капицы.
49. Стабилизация лабильного равновесия растущего кристалла при тепловом флуктуационном неравновесном возмущении кристаллизационной среды. Условия, при которых наступает такая стабилизация.
50. Равновесная и неравновесная множественная кристаллизация. Признаки этих видов кристаллизации.

8.4. Структура и пример билетов к зачету с оценкой.

<i>«Утверждаю» Зав.кафедрой _____ 2019 И.Х. Аветисов _____</i>	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии кристаллов
	Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники»
	Теория роста кристаллов
Билет № 1 1. Феномен плоскогранности кристалла. Закон Стенона. Макро- и микрограницы. Визуализация. 2. Критический радиус кристаллического зародыша. Вероятность спонтанного зарождения кристалла. Инкубационный период зарождения кристаллов.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Н. И. Леонюк, Е. В. Копорулина, Е. А. Волкова, В. В. Мальцев. Кристаллография: зарождение, рост и морфология кристаллов : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры . М.: Издательство Юрайт, 2018, 152 с.
2. Курс лекций «Кристаллография». 03.09.2019 [электронный ресурс] — Режим доступа: <http://cryst.geol.msu.ru/courses/crgraf/> (дата обращения: 03.09.2019)
3. Майер, А. А. Процессы роста кристаллов: учеб. пособие / А.А. Майер. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 1999. - 176 с

Б. Дополнительная литература

1. К.-Т. Вильке. Выращивание кристаллов. Л.: Недра, 1977, 600 с.
2. Х.С. Багдасаров. Высокотемпературная кристаллизация из расплава. М.: Физматлит, 2004, 160 с.
3. Математическое моделирование. Получение монокристаллов и полупроводниковых структур. Под ред. акад. А.А. Самарского. М.: Наука, 1986, 198 с.
4. В.Н. Портнов, Е.В. Чупрунов. Возникновение и рост кристаллов. М.: Физматлит, 2006, 328 с.
5. Т.Г. Петров, Е.Б. Трейвус, Ю.О. Пунин, А.П. Касаткин. Выращивание кристаллов из растворов. Л.: Недра, 1983, 200 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Журнал неорганической химии ISSN: 0044-457X
- Журнал общей химии ISSN: 0044-460X
- «Неорганические материалы» ISSN: 0002-337X
- Российский химический журнал ISSN: 0373-0247

- «Успехи химии» ISSN: 0044-460X
- Доклады Академии наук ISSN: 0869-5652
- Журнал «Кристаллография» ISSN: 0023-4761
- Journal of Chemical & Engineering Data ISSN: 1520-9568
- Nature Nanotechnology ISSN: 1748-3387
- Nature Chemistry ISSN: 1755-4330
- Journal of Crystal Growth ISSN: 0022-0248

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

1. список вопросов по контрольной работе №1 тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 25);
2. список вопросов по контрольной работе №2 тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 25).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

– Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 05.04.2019).

– Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/93/91/5> (дата обращения: 05.04.2019).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 04.04.2019).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 01.04.2019).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 01.04.2019).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://i-exam.ru/> (дата обращения: 01.04.2019).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Методические рекомендации по организации учебной работы студента, обучающегося в бакалавриате, направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по курсу.

Учебный курс «Теория роста кристаллов» включает 2 раздела. При изучении рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

Совокупная оценка текущей работы студента складывается из оценок по двум письменным контрольным работам с максимальной оценкой по каждой из них 30 баллов. Максимальная оценка текущей работы в каждом семестре составляет 60 баллов.

В соответствии с учебным планом изучение материала заканчивается контролем его освоения в форме зачета с оценкой (максимальная оценка – 40 баллов).

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Дисциплина «Теория роста кристаллов» изучается в 5 семестре бакалавриата.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен учитывать, что студенты, обучающиеся в бакалавриате, имеют определенную подготовку по специальным дисциплинам профиля, полученную ими при обучении в бакалавриате, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал курса должен быть ориентирован на современную трактовку изучаемых вопросов, отличаться широтой и глубиной их проработки, включать элементы научной дискуссии. Необходимо обращать внимание студентов на обоснование круга рассматриваемых вопросов, формулировки главных положений и определений, практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться связь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Теория роста кристаллов», является формирование у студентов широкого кругозора и эрудиции в области технологии выращивания монокристаллов, понимания проблемных мест современных технологических процессов и путей разрешения проблемных ситуаций. Преподаватель должен акцентировать внимание студентов на вопросах контроля, сертификации и стандартизации продукции как основных составляющих развития современного промышленного производства. При проведении занятий желательно обращаться к опыту ведущих зарубежных фирм и отечественных предприятий, использовать их научно-информационные и рекламные материалы, проводить сравнительный анализ результатов инноваций на разных предприятиях отрасли.

В вводной лекции курса следует остановиться на тенденциях развития технологии монокристаллов и их промышленного производства в мире, привести обзор современных достижений отрасли, оценить конкурентоспособность промышленной продукции и факторы, ее определяющие.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по курсу является широкое использование наглядных пособий и иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники. Иллюстративный материал включает презентации по разделам курса, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам дополнительную литературу по тематике занятия. Желательно стимулировать студентов к самостоятельной работе с литературными источниками, задавая вопросы и организуя их обсуждение в аудитории.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 г. составляет 1 708 372 экз. изданий.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-827/2018 от 26.09.2018 г. Сумма договора – 357 000-00 С «26» сентября 2018г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань" — ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в которых интегрированы бесплатные сервисы для незрячих студентов и синтезатор речи. Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва

	ЭБС «ЛАНЬ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г. Сумма договора – 642 083-68 С «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва "Лань", Национальный Открытый Университет"ИНТУИТ", "Инженерно-технические науки" изд-ва "Лань". Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», Национальный Открытый Университет«ИНТУИТ», Инженерно-технические науки" изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» изд-ва Дашков и К. А также отдельные издания в соответствии с Договором.
2.	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России».	Принадлежность сторонняя. Реквизиты контракта – ООО «ИНФОРМПРОЕКТ», контракт № 111-142ЭА/2018 от 18.12.2018 г. Сумма договора – 547 511 руб. С «01» января.2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт ЭБС – http://reforma.kodeks.ru/reforma/ Количество ключей – 5	Электронная библиотека нормативно-технических изданий. Содержит более 40000 национальных стандартов и др. НТД

		лицензий + локальный доступ с компьютеров ИБЦ.	
4	Электронная библиотека диссертаций (ЭБД).	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – РГБ, Договор № 29.01-Р-2.0-826/2018 от 03.10.2018 г. Сумма договора - 299130-00 С «15» октября 2018 г. по «14» июля 2019 г. Ссылка на сайт ЭБС – http://diss.rsl.ru/ Количество ключей – 10 <u>лицензий + распечатка в ИБЦ.</u>	В ЭБД доступны электронные версии диссертаций Российской Государственной библиотеки: с 1998 года – по специальностям: "Экономические науки", "Юридические науки", "Педагогические науки" и "Психологические науки"; с 2004 года - по всем специальностям, кроме медицины и фармации; с 2007 года - по всем специальностям, включая работы по медицине и фармации.
5	ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru».	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ», договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г. Сумма договора - 934 693-00 С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Электронные версии периодических и неперiodических изданий по различным отраслям науки

6	БД ВИНТИ РАН	Принадлежность сторонняя Договор № 5Д/2018 от 01.02.2018 г. Сумма договора - 24000-00 С «02» февраля 2018 г. по «05» мая 2019 г. Ссылка на сайт- http://www.viniti.ru/ Количество ключей – локальный доступ для пользователей РХТУ в ИБЦ РХТУ.	Крупнейшая в России баз данных по естественным, точным и техническим наукам. Включает материалы РЖ (Реферативного журнала) ВИНТИ с 1981 г. Общий объем БД - более 28 млн. документов
7	Справочно- правовая система «Консультант+»,	Принадлежность сторонняя, Договор № 45-70ЭА/2018 от 09.07.2018 г. С «10» июля 2018 г. по «09» июля 2019 г. Ссылка на сайт- http://www.consultant.ru/ Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
8	Справочно- правовая система «Гарант»	Принадлежность сторонняя Договор №145-188ЭА/2018 г. от 28.01.2019 г. С «28» января 2019 г. по «27» января 2020 г. Ссылка на сайт – http://www.garant.ru/ Сумма договора - 512000-00 Количество ключей – 50 пользовательских лицензий по ip-адресам.	Гарант — справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации.
9	Издательство Wiley	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.

		№ Wiley/130 от 10.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	
10	QUESTEL ORBIT	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Questel/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.questel.orbit.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	ORBIT является глобальным оперативно обновляемым патентным порталом, позволяющим осуществлять поиск в перечне заявок на патенты, полученных, приблизительно, 80-патентными учреждениями в различных странах мира и предоставленных грантов.
11	ProQuest Dissertation and Theses Global	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № ProQuest/130 от 09.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.proquest.com/products-services/pqdtglobal.html Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	База данных ProQuest Dissertation & Theses Global (PQDT Global) авторитетная коллекция из более 3,5 млн. зарубежных диссертаций, более 1,7 млн. из которых представлены в полном тексте.
12	American Chemical Society	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № ACS/130 от 25.10.2019 г.	Коллекция журналов по химии и химической технологии Core + издательства American Chemical Society

		С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.acs.org/content/acs/en.html Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	
13	American Institute of Physics (AIP)	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № AIP/130 от 24.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://scitation.aip.org/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция журналов по техническим и естественным наукам издательства Американского института физики (AIP)
14	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Reaxys /130 от 10.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
15	Scopus	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Scopus/130 от 09.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г.	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER

		Ссылка на сайт – http://www.scopus.com. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	
16	Ресурсы международной компании Clarivate Analytics	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № WoS/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOlJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.
17	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество)	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № RSC/130 от 08.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.

18.	Электронные ресурсы издательства SpringerNature	Принадлежность – сторонняя Национальная подписка (Минобрнауки+РФФИ) Информационное письмо РФФИ № 809 от 24.06.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт http://link.springer.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	- Полнотекстовая коллекция электронных журналов Springer по различным отраслям знаний. - Полнотекстовые 85 журналов Nature Publishing Group - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols - Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга Springer Materials (The Landolt-Bornstein Database) - Полный доступ к статическим и динамическим справочным изданиям по любой теме - Реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH - Nano Database
19.	База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № CAS/130 от 23.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://scifinder.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.	SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.

20	Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ № исх.- 1294 от 09 10 2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.	«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2014-2018гг.
21	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-1299/2018 от 06.03.2019 г. С «06» марта 2019г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Сумма договора – 73 247-39 Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция книг по естественно-научным и техническим отраслям наук.
22	ЭБС «ЮРАЙТ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора – ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ», Договор № №29.01-3-2.0-1168/2018 от 11.01.2019 г. С «11» января 2019 г. по «10» января 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС - https://biblio-online.ru/ Сумма договора – 220 000-00 руб. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

Бесплатные архивные коллекции, приобретенные Минобрнауки для вузов.

<u>Архив Издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996</u>
<u>Архив Издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005</u>
<u>Архив издательства Института физики (Великобритания). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999</u>
<u>Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010</u>
<u>Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995</u>
<u>Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998</u>
<u>Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives. с первого выпуска каждого журнала по 1996, 1798-1997</u>
<u>Архив издательства Cambridge University Press. Пакет «Cambridge Journals Digital Archive (CJDA)» с первого выпуска каждого журнала по 2011, 1827-2011</u>
<u>Архив журналов Королевского химического общества(RSC). 1841-2007</u>
<u>Архив коллекции журналов Американского геофизического союза (AGU), предоставляемый издательством Wiley Subscription Services, Inc. 1896-1996</u>

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Теория роста кристаллов» проводятся в форме лекций, и самостоятельной работы студента.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса; наборы образцов стекол и стеклоизделий.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками стекол и стеклоизделий.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные

материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Операционная система Microsoft Windows 10 Education (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching , соглашение от 31.01.2019 ICM-169788 , номер подписки IM91021 , действительно до 30.01.2021 , счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021
2	Microsoft Visio Professional 2019 (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching , соглашение от 31.01.2019 ICM-169788 , номер подписки IM91021 , действительно до 30.01.2021 , счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1.	<i>Знает:</i> - законы, управляющие естественными ростовыми формами монокристаллов; - законы, управляющие процессами роста монокристаллов и пути стабилизации этих процессов; <i>Умеет:</i> - использовать морфологические признаки растущего монокристалла для управления процессом его роста; <i>Владеет:</i> - навыками теоретического анализа различных процессов роста монокристаллов на основании фундаментальных законов кристаллообразования.	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за зачет
Раздел 2.	<i>Знает:</i> - законы, управляющие естественными ростовыми формами монокристаллов; - законы, управляющие процессами	Оценка за контрольную работу №2 Оценка за зачет

	роста монокристаллов и пути стабилизации этих процессов; <i>Умеет:</i> - использовать морфологические признаки растущего монокристалла для управления процессом его роста; <i>Владеет:</i> - навыками теоретического анализа различных процессов роста монокристаллов на основании фундаментальных законов кристаллообразования.	

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе
«Теория роста кристаллов»
основной образовательной программы**

18.03.01 «Химическая технология»

Профиль – «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и
наноэлектроники»

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата»

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения, договоров с ЭБЦ и информационных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 1 от «31» августа 2019 г
2.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«Утверждаю»

ректор

(Руководитель образовательной организации)

А.Г. Мажуга

(Подпись)

(И.О. Фамилия)

«_____» _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Минералогия»

(Б1.В.ОД.17)

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной
техники и нанoeлектроники»

Квалификация – бакалавр

Программа одобрена
Методической комиссией
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«31» мая 2019 г.

Председатель _____ **Н.А. Макаров**
(Подпись) (И.О. Фамилия)

Москва 2019 г.

Программа составлена:
ассистентом кафедры химии и технологии кристаллов,
Э.А. Ахметшиным

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии кристаллов
РХТУ им.Д.И. Менделеева «21» мая 2019 г., протокол № 13.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины	4
2. Требования к результатам освоения дисциплины	4
3. Объем дисциплины и виды учебной работы	5
4. Содержание дисциплины	5
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	5
4.2. Содержание разделов дисциплины	6
5. Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины	8
6. Практические и лабораторные занятия	8
6.1. Практические занятия	8
6.2. Лабораторные занятия	8
7. Самостоятельная работа	10
8. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	10
8.1. Примерная тематика рефератов	10
8.2. Примеры контрольных вопросов для оценки освоения дисциплины	11
8.3. Структура и примеры билетов для зачета	17
9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	17
9.1. Рекомендуемая литература	17
9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации	16
9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины	16
10. Методические указания для обучающихся	17
11. Методические указания для преподавателей	18
12. Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе	19
13. Материально-техническое обеспечение дисциплины	20
13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе	20
13.2. Учебно-наглядные пособия	20
13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства	20
13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы	21
14. Требования к оценке качества освоения программы	22

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и наноэлектроники», в соответствии с рекомендациями Методической комиссии РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплин профиля на кафедре химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к вариативной части учебного плана, к блоку обязательных дисциплин (Б1.В.ОД.17) и рассчитана на изучение дисциплины в 6 семестре обучения. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей химии, математики, физики, физической химии, кристаллографии и кристаллооптики.

Цель дисциплины — формирование совокупности знаний - как о природных минеральных фазах (минералов), так и искусственно получаемых (как правило на базе природных) материалов, методов их исследования, включающих в себя макроскопический и микроскопический анализ структуры и свойств материалов. Дисциплина должна обеспечить знания необходимых при создании новых функциональных материалов, отвечающих современным требованиям качества, эффективности и экономичности.

Основные задачи дисциплины сводятся к формированию у бакалавра определенного объема знаний минеральных фаз и современной химико-структурной классификации минералов, необходимых навыков по определению свойств минералов, прогнозирование свойств синтезируемых минеральных фаз.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины при подготовке бакалавров по направлению 18.03.01 «Химическая технология»; профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и наноэлектроники» способствует формированию следующих компетенций:

Профессиональных:

- способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (**ПК-1**);
- способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (**ПК-4**);
- способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест (**ПК-5**);
- способностью налаживать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств (**ПК-6**);
- способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (**ПК-16**).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- Студент должен иметь четкие и ясные представления о минерале, его физических и химических свойствах.
- Должен знать все основные понятия минералогии (типоморфизм и пр.)
- Знать общие принципы классификации минералов и знать все основные разделы, структурно-химические классы и группы минералов.
- Процессы генезиса минералов и его особенности.

Уметь:

- Пользоваться современным оборудованием, необходимым для диагностики минеральных фаз
- Определять физические и химические свойств минералов на макро- и микроуровне.
- Диагностировать минералы по комплексу свойств и парагенетическим ассоциациям.

Владеть:

- навыком определения минералов

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс изучается в 6 семестре бакалавриата на базе знаний, полученных студентами на первых курсах. Контроль освоения студентами материала курса осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

Виды учебной работы	Всего	
	Зач. ед.	Ак. час.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	72
Контактная работа – аудиторные занятия:	1	32
Лекции (Лек)	0,5	16
Практические занятия (ПЗ)	0,5	16
Самостоятельная работа (СР):	1	40
Реферат		20
Контактная самостоятельная работа		0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		19,8
Виды контроля:		
Зачет с оценкой		

Виды учебной работы	Всего	
	Зач. ед.	Астр. час.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	54
Контактная работа – аудиторные занятия:	1	24
Лекции (Лек)	0,5	12
Практические занятия (ПЗ)	0,5	12
Самостоятельная работа (СР):	1	30
Реферат	-	15
Контактная самостоятельная работа	0,25	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		14,85
Виды контроля:		
Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек-ции	Прак. Зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1	Раздел 1. Введение в минералогию	34	10	4	-	20
2	Раздел 2. Современная минералогическая систематика (описательная минералогия)	28	6	12	-	20
	ИТОГО	72	16	16	-	40

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение в минералогию.

1. Введение. Предмет, задачи, методы и содержание минералогии. Определение понятия минерала, Минерал как элемент мироздания. История развития науки и ее связь с другими дисциплинами. Основные направления, проблемы и главные задачи современной минералогии.

2. Химический состав минералов. Общие положения о взаимосвязях кристаллической структуры, химического состава и свойствах минералов. Полиморфизм и политипия минералов. Соединения постоянного и переменного химсостава. Изоморфизм и аддитивность в минералах. Твердые растворы, устойчивость и распад твердых растворов, ликвация. Роль воды в минералах. Кристаллизационная, конституционная и адсорбционная вода.

3. Физические свойства минералов. Макроскопические свойства – цвет, цвет в порошке, блеск и блескометрическая система, твердость, хрупкость и ковкость, поверхности сколов, плотность. Лабораторные методы исследования минералов (детальные минералогические исследования).

4. Условия образования минералов в природе (генезис минеральных фаз). Общие положения. Геологические процессы минералообразования. Эндогенные, экзогенные процессы и метаморфизм. Моделирование процессов минералообразования и современные методы роста.

5. Минеральные ассоциации и парагенезис. Морфология минералов и их агрегатов.

Раздел 2. Современная минералогическая систематика (описательная минералогия).

6. Принципы современной классификации минералов. Систематика минералов. Простые вещества. Сернистые соединения и их аналоги. Галоидные соединения. Кислородные соединения. Простые и сложные оксиды. Гидроксиды.

7. Фосфаты, арсенаты, ванадаты. Сульфаты. Хроматы, вольфраматы, молибдаты. Бораты. Силикаты. Каркасные и островные.

8. Силикаты с кольцевой, цепочечной, ленточной и слоистой структурой.

9. Силикаты с простыми и сложными сетками тетраэдров.

Понятие о петрологии.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Компетенции	Раздел	
	1	2
Знать:		
- определение минерала, химический свойства.	+	+
- основные понятия минералогии (изоморфизм, полиморфизм, двойникование, типоморфизм и пр.)	+	+
- общие принципы классификации минералов и знать все основные разделы, структурно-химические классы и группы минералов.	+	+
-Процессы генезиса минералов и его особенности.	+	+
Уметь:		
-Пользоваться современным оборудованием, необходимым для диагностики минеральных фаз	+	+
-Определять физические и химические свойств минералов на макро- и микроуровне.	+	+
-Диагностировать минералы по комплексу свойств и парагенетическим ассоциациям.	+	+
Владеть:		
- навыком определения минералов	+	+
Профессиональные компетенции:		
– способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);	+	
– способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-4);		+
– способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест (ПК-5);		+
– способностью налаживать, настраивать и осуществлять проверку		+

оборудования и программных средств (ПК-6);		
– способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-16);	+	

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Минералогия» в объеме 16 часов (0,5 зач. ед.). Практические занятия проводятся под руководством преподавателей и направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, расширение знаний в области теории кристаллизации.

Примерный перечень практических занятий

№ пп	Раздел	Темы практических занятий	Часы
1	2.	Определение макроскопических свойств минералов. Природные формы кристаллов, формы выделения, минеральные ассоциации.	3
2		Определение макроскопических свойств минералов. Цвет, цвет минералов в порошке, блеск, твердость, спайность, излом, удельный вес.	3
3		Определение макроскопических свойств минералов. Химические реакции при диагностики минералов. Второстепенные свойства.	3
4		Оптическая минералогия и детальные методы исследования минеральных фаз.	3
5		Диагностика и исследование минералов. Разделы: самородные, оксиды, гидроксиды, сульфиды, галоиды. Классы: фосфаты, ванадаты, сульфаты, силикаты и пр..	4

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины «Минералогия» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 40 акад. час., в том числе самостоятельное изучение разделов дисциплины и выполнение домашних заданий в объеме 40 акад. час., из них на подготовку реферата по курсу в объеме 20 акад. час..

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;

- наработка навыка по определению макроскопических (стереологических свойств) минералов;
- работа с учебной коллекцией минералов, по разделам и классам;
- подготовку реферата по тематике курса на основе проработки рекомендованной литературы и работы с электронно-библиотечными системами;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- посещение тематических музеев с обширными минералогическими коллекциями (Государственный Минералогический Музей РАН им.А.Е.Ферсмана, Государственный геологический музей имени В. И. Вернадского РАН)
- подготовку к сдаче зачета по курсу.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика рефератов

Реферат оценивается в 40 баллов

1. Топология минеральных ассоциаций.
2. Процессы образования миароловых пегматитов.
3. Метаморфические процессы минералообразования. Фации метаморфизма.
4. Эвапоритовые процессы минералообразования.
5. Гомо- и гетерогенная эпитакия в минералогии. Примеры двойникования.
6. Типоморфные минералы как реперы процессов минералообразования.
7. Особенности минералов импактных процессов.
8. Структуры распада твердых растворов.
9. Пневмоталитовые процессы минералообразования.
10. Гидротермальные процессы минералообразования.

8.2. Примеры контрольных вопросов для оценки освоения дисциплины

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение двух контрольных работ. Каждая работа содержит по два вопроса, вопрос оценивается из 5 баллов.

Контрольная работа №1. Раздел 1.

1. Определение термина «Минерал».
2. Условия образования техногенных минералов
3. Особенности строения минералоида
4. Предмет исследования минералогии
5. « Первые минералоги» - кто они.
6. Алхимия и минералогия.
7. Время становления минералогии
8. Кристаллография как направление минералогии
9. Кристаллохимия как направление минералогии
10. Кристаллофизика как направление минералогии
11. Кристаллооптика как направление минералогии
12. Аналитическая химия и минералогия
13. Обнаружение новых химических элементов в 18-19 веках.
14. Химический состав минералов
15. Формы записи химического состава минералов

16. Особенности различных форм записи химического состава минерала.
17. Минералы с простым химическим составом.
18. Минералы со сложным химическим составом .
19. Минерал как химическое соединение переменного состава.
20. Кристаллогидраты и роль воды в строении минералов.
21. Явление изоморфизма
22. Изоморфные ряды и понятие о менале
23. Правила изоморфных замещений
24. Виды изоморфизма
25. Химические связи в минералах
26. Влияние химических связей на физические и химические свойства.
27. Полиморфизм
28. Факторы полиморфных переходов
29. Политипия
30. Твердые растворы
31. Причины распада твердых растворов
32. Структуры распада твердых растворов
33. Минеральные агрегаты
34. Формы выделения минералов
35. Габитус (облик кристаллов)
36. Цвет минералов
37. Причины окрашивания минералов
38. Идиохроматическая окраска минералов (физический смысл явления)
39. Аллохроматическая окраска минералов (физический смысл явления)
40. Цвет черты (цвет минерала в порошке)
41. Блеск минерала
42. Связь блеска с коэффициентом преломления (через отражательную способность)
43. Твердость минералов
44. Методы определения твердости минералов
45. Определение твердости по эталонам шкалы Мооса
46. Спайность и её связь со структурой минерала
47. Излом и отдельность
48. Удельный вес и методы его определения
49. Упругость и ковкость минералов
50. Люминесценция минералов
51. Радиоактивность минералов
52. Химические свойства минералов
53. Особые свойства минералов
54. Представление о генезисе минералов, факторы определяющие направление и ход процессов.
55. Энергетические аспекты процессов минералообразования
56. Эндогенные процессы минералообразования. Магматизм.
57. Пегматитовые процессы
58. Скарновые процессы
59. Пневмолитовые процессы
60. Гидротермальные процессы

61. Экзогенные процессы минералообразования.
62. Химогенные процессы
63. Биогенные процессы
64. Процессы массопереноса в экзогенных условиях
65. Метаморфизм.
66. Региональный метаморфизм. Фации метаморфизма.
67. Импактные процессы и астроблемы.
68. Минеральные ассоциации и парагенезис минералов
69. Типоморфизм минералов
70. Типоморфные минералы и типоморфные признаки

Контрольная работа №2. Раздел 2.

71. Различные типы классификации минералов
72. Современная систематика минералов и её принципы
73. Иерархия в минералогической классификации
74. Простые вещества в природе и их классификация
75. Группа самородного золота
76. Группы серы и углерода
77. Сульфиды и их аналоги
78. Галоиды
79. Оксиды
80. Гидроксиды
81. Карбонаты
82. Сульфаты
83. Фосфаты, арсенаты, ванадаты
84. Молибдаты, вольфраматы
85. Хроматы
86. Бораты
87. Общие представления о силикатах
88. Островные силикаты
89. Ленточные силикаты и алюмосиликаты
90. Листовые силикаты и алюмосиликаты
91. Каркасные алюмо- и боросиликаты

Итоговый контроль – зачет с оценкой

Итоговый контроль проводится в форме устного опроса (зачет с оценкой). Билет для проведения зачета содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 20 баллов. Общая оценка зачета складывается путем суммирования оценок за контрольные (две контрольные по образовательным модулям – по 10 баллов максимум за одну работу) реферативную работу (максимум 40 баллов) и ответ на зачете (максимум 40 баллов). Максимальная оценка зачета – 100 баллов.

Примеры контрольных вопросов приведены в п.п. 8.2.

Пример билета к зачету с оценкой.

«Утверждаю» Зав.кафедрой _____ 2019 И.Х. Аветисов _____	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии кристаллов
	Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники»
	Минералогия
Билет № 1 1. Влияние химических связей на физические и химические свойства в минералах. 2. Типоморфные минералы и типоморфные признаки.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Минералогия и кристаллография: методические указания по выполнению контрольных работ : Учебное пособие / сост.: О. П. Баринова, С. В. Кирсанова. - М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. - 51 с. : ил
2. Минералогия с основами кристаллографии : учебное пособие для академического бакалавриата / В. А. Буланов, А. И. Сизых, А. А. Белоголов ; под научной редакцией Ф. А. Летникова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 230 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-07310-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/438854>
3. Кулик, Н. А. Онтогенез минералов : учебное пособие для вузов / Н. А. Кулик. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 91 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-09895-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/442276>

Б. Дополнительная литература

1. Бетехтин. А.Г. Курс минералогии. М.: Книжный дом «Университет». 2008. 542 с.
2. Булах А.Г. Общая минералогия. М.: Академия. 2002. 356 с.
3. Х.Батти, А.Принг Минералогия для студентов. М.: Мир. 2001 426 с.
4. Барабанов В.Ф. Генетическая минералогия. Л.: Недра, 1977. 327с.
5. Белов Н.В. Очерки по структурной минералогии. М.: Недра, 1976. 344 с.
6. Берри Л., Мейсон Б., Дитрих Р. Минералогия. М.: Мир, 1987. 592 с.
7. Брэгг У.Л., Кларингбулл Г.Д. Кристаллическая структура минералов. М.: Мир, 1967. 390 с.
8. Вертушков Г.Н., Авдонин В.Н. Таблицы для определения минералов по физическим и химическим свойствам. М.: Недра, 1992. 489 с.
9. Годовиков А.А. Введение в минералогию. Новосибирск: 1973. 256 с.
10. Годовиков А.А. Минералогия. М.: Недра, 1983. 647 с.
11. Доливо-Добровольский В.В. Кристаллохимия. СПб.: Изд. СПбГИ, 1999. 118 с.

12. Егоров-Тисменко Ю.К., Литвинская Г.П. Теория симметрии кристаллов. М. : ГЕОС, 2000. 394 с.
13. Здорик Т.Б., Фельдман Л.Г. Минералы и горные породы. Т.1. Ювелирные камни и драгоценные металлы. М.: Изд-во «АВФ», 1998. 752 с.
14. Изоитко В.М. Технологическая минералогия и оценка руд. СПб.: Наука, 1997. 532 с.
15. Киевленко Е.Я., Сенкевич Н.Н. Геология месторождений поделочных камней. М.: Недра, 1983. 263 с.
16. Киевленко Е.Я., Сенкевич Н.Н., Гаврилов А.Н. Геология месторождений драгоценных камней. М.:Недра, 1982. 279 с.
17. Кухаренко А.А. Минералогия россыпей. Госгеолтехиздат, Лазаренко Е.К. Курс минералогии. М.: Высшая школа. 1971. 602 с.1961. 318 с.
18. Минералогическая энциклопедия / Под ред. К.Фрей. Л.: Недра. 1985. 512 с.
19. Перепелицын В.А. Основы технической минералогии и петрографии. М.: Недра, 1988. 255 с.
20. Станкеев Е.А. Генетическая минералогия. М.: Недра. 1986. 272 с.
21. Херблат К., Клейн К. Минералогия по системе Дэна. М.: Недра, 1982. 728 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Журнал «Минералогия» Института минералогии УрО РАН ISSN 2313-545X
- Минеральные ресурсы России <https://karatu.ru/mineralnye-resursy-rossii/>
- МОИП. Бюллетень. Отдел геологический
- Петрология
- Doklady Earth Sciences ISSN: 1028-334X
- Petrology ISSN: 0869-5911
- Geology of Ore Deposits ISSN: 1075-7015
- Mineralogical Almanac,
- the Mineralogical Record

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8;
- коллекция минералов, по разделам и классам минералов общим числом более 350 шт.;
- микроскопы МБС – 2 и -10, МН-5, МИН-8;
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 91);

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 03.04.2019).
- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/93/91/5> (дата обращения: 03.04.2019).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 03.04.2019).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 01.04.2019).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 03.04.2019).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://i-exam.ru/> (дата обращения: 03.04.2019).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Методические рекомендации по организации учебной работы студента, обучающегося в бакалавриате, направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по курсу.

Дисциплина «Минералогия» включает 2 раздела. При изучении материала каждого раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

Рабочая программа дисциплины предусматривает самостоятельную работу с учебной коллекцией минералов (в том числе закрепление умения по определению диагностических признаков и изучению минеральных фаз), подготовку и написание реферата по тематике курса. Эти работы выполняются в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Целью самостоятельной работы с учебной коллекцией является самостоятельное изучение минеральных классов и групп, приобретение студентами навыка по диагностике макроскопических свойств минералов, изучению минеральных ассоциаций и использованию соответствующего инструментария (лупы, бисквит, шкалы Мооса и др.).

Целью подготовки реферата является закрепление полученных знаний по дисциплине, расширение эрудиции и кругозора студента в области современных технологий стекол и стеклоизделий, развитие его творческого потенциала и самостоятельного мышления.

В задачи подготовки реферата входит приобретение навыков работы с информационными ресурсами, получение опыта изложения, обработки, анализа результатов исследования, формулирования выводов по работе, знакомство с правилами оформления научных рефератов.

Реферат выполняется в форме самостоятельного исследования по индивидуальной тематике.

При выполнении указанных видов самостоятельной работы студент должен руководствоваться следующими основными принципами:

1 – сочетание в работе, с одной стороны, общепризнанных теоретических и практических положений и сведений, с другой, – результатов новейших разработок в области технологии стекла;

2 – творческий аналитический подход к собранным материалам, исключающий их простое перечисление и изложение.

Выполнение работ в первую очередь ориентировано на самостоятельную работу студента с информационными ресурсами – учебной, научно-технической, справочной и патентной литературой, ресурсами Интернета, базами данных, рекламной продукцией фирм-производителей. Доступ к указанным ресурсам обеспечивается фондами научно-технической библиотеки вуза и городских научно-технических библиотек, электронными библиотеками и поисковыми системами Интернета, материалами тематических выставок и научно-технических конференций. При оформлении расчетной работы и реферата следует ориентироваться на требования ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

Содержание и оформление работ оценивается в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка реферата составляет 40 баллов (в совокупности с контрольными работами - 60 баллов). Совокупная оценка текущей работы студента складывается из оценок за работу на практических занятиях в семестре и выполненного реферата. Максимальная оценка текущей работы составляет 60 баллов.

В соответствии с учебным планом изучение материала разделов 1 и 2 заканчивается контролем его освоения в форме зачета с оценкой (максимальная оценка – 40 баллов). Изучение всей дисциплины завершается итоговым контролем в форме дифференцированного зачета. Максимальная оценка зачета составляет 40 баллов.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Дисциплина «Минералогия» изучается в 6 семестре бакалавриата.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен учитывать, что студенты, обучающиеся в бакалавриате, имеют определенную подготовку по специальным дисциплинам профиля, полученную ими при обучении в бакалавриате, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал курса должен быть ориентирован на современную трактовку изучаемых вопросов, отличаться широтой и глубиной их проработки, включать элементы научной дискуссии. Необходимо обращать внимание студентов на обоснование круга рассматриваемых вопросов, формулировки главных положений и определений, практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться связь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Минералогия», является формирование у студентов широкого кругозора и эрудиции в области знаний как о природных минеральных фазах (минералов), так и искусственно получаемых (как правило, на базе природных) материалов, методов их исследования, включающих в себя макроскопический и микроскопический анализ структуры и свойств материалов. Дисциплина сводится к формированию у бакалавра определенного объема знаний минеральных фаз и современной химико-структурной классификации минералов, необходимых навыков по определению свойств минералов, прогнозирование свойств синтезируемых минеральных фаз.

В первом разделе дисциплины – «Введение в минералогию» следует дать общие понятия минералогии, её роль и задачи среди прочих естественных наук, раскрыть основные термины и понятия. Особое внимание при подаче материала этого раздела необходимо уделить современным понятиям онтогении минералов – зонно-секториальной теории строения минеральных фаз, связи полиморфизма и полиптипии, изоморфизма. При проведении лекций по генезису минералов необходимо особо отметить его связь с минеральными ассоциациями, формами выделения и понятиями типоморфизма. На заключительном занятии этого модуля нужно отдельно отметить понятие парагенезиса и представления связанные с ним.

Во втором разделе «Современная минералогическая систематика (описательная минералогия)» при работе со студентами, кроме традиционного метода подачи материала

рекомендуется особое внимание уделять по работе с фактическим материалом – образцами минералов и минеральных агрегатов, с указанием в процессе демонстраций полной минеральной и парагенетической ассоциации. Пред тем как проводить лекционные занятия этого раздела, необходимо провести серию практических работ по приобретению студентами умения и навыка по определению макроскопических свойств минералов с использованием простого инструмента – лупы, бисквита, шкалы Мооса. Для поддержания интереса студента к материалу лекций с большим массивом данных по систематике минералов, в процессе занятий, рекомендуется транслировать названия минералов и давать пояснения по открытию и использованию минералов и их групп. Введение в лекционный материал познавательных моментов позволяет избежать чрезмерной усталости от однообразной информации.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по дисциплине является широкое использование наглядных пособий и иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники. Иллюстративный материал включает презентации по разделам курса, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам дополнительную литературу по тематике занятия. Желательно стимулировать студентов к самостоятельной работе с литературными источниками, задавая вопросы и организуя их обсуждение в аудитории. После проведения вводной группы лекций рекомендуется посещение музеев г. Москвы с соответствующим профилем - Государственный Минералогический Музей РАН им. А.Е. Ферсмана, Государственный геологический музей имени В. И. Вернадского РАН, в которых находятся крупнейшие в России коллекции минералов.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 составляет 1708373 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором

1	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-827/2018 от 26.09.2018 г. Сумма договора – 357 000-00 С «26» сентября 2018г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань" — ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в которых интегрированы бесплатные сервисы для незрячих студентов и синтезатор речи. Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва "Лань", Национальный Открытый Университет"ИНТУИТ", "Инженерно-технические науки" изд-ва "Лань".
	ЭБС «ЛАНЬ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г. Сумма договора – 642 083-68 С «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», Национальный Открытый Университет«ИНТУИТ», Инженерно-технические науки" изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» изд-ва Дашков и К. А также отдельные издания в соответствии с Договором.
2.	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	ЭБС «Научно-электронная	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ»,	Электронные версии

	библиотека eLibrary.ru».	договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г. Сумма договора - 934 693-00 С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	периодических и неперидических изданий по различным отраслям науки
4	Издательство Wiley	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Wiley/130 от 10.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.
5	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Reaxys /130 от 10.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
6	Scopus	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Scopus/130 от 09.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.scopus.com. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER

		неограничен.	
7	Ресурсы международно й компании Clarivate Analytics	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № WoS/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.
8	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № RSC/130 от 08.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.
9	База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № CAS/130 от 23.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://scifinder.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.	SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.

10	Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ № исх.- 1294 от 09 10 2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.	«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2014-2018гг.
11	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-1299/2018 от 06.03.2019 г. С «06» марта 2019г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Сумма договора – 73 247-39 Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция книг по естественно-научным и техническим отраслям наукам.
12	ЭБС «ЮРАЙТ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора – ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ», Договор № №29.01-3-2.0-1168/2018 от 11.01.2019 г. С «11» января 2019 г. по «10» января 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС - https://biblio-online.ru/ Сумма договора – 220 000-00 руб. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Минералогия» проводятся в форме лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы студента.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

- Комплекты плакатов к разделам лекционного курса;
- Коллекция минералов, по разделам и классам.
- Наборы эталонов шкалы Мооса.

- Бисквит, лупы 6-х.
- Набор реактивов.
- Микроскопы МБС-2, МБС-10, МИН-8, набор иммерсионных жидкостей.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копируемые аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные материалы.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Операционная система Microsoft Windows 10 Education (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching, соглашение от 31.01.2019 ICM-169788, номер подписки IM91021, действительно до 30.01.2021, счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021
2	Microsoft Visio Professional 2019 (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching, соглашение от 31.01.2019 ICM-169788, номер подписки IM91021, действительно до 30.01.2021, счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Введение в минералогию.	<i>Знает:</i> - определение минерала, химический свойства. - основные понятия минералогии (изоморфизм, полиморфизм, двойникование, типоморфизм и пр.) - Процессы генезиса минералов и его особенности. <i>Умеет:</i> - Пользоваться современным оборудованием, необходимым для	Оценка за контрольную работу Оценка за реферат Оценка за зачет

Раздел2. Современная минералогическая систематика (описательная минералогия) .	диагностики минеральных фаз -Определять физические и химические свойств минералов на макро- и микроуровне. -Диагностировать минералы по комплексу свойств и парагенетическим ассоциациям. <i>Владеет:-</i> навыком определения минералов. <i>Знает:</i> - общие принципы классификации минералов и знать все основные разделы, структурно-химические классы и группы минералов. Процессы генезиса минералов и его особенности. <i>Умеет:</i> Диагностировать минералы по комплексу свойств и парагенетическим ассоциациям. <i>Владеет:-</i> навыком определения минералов.	Оценка за контрольную работу Оценка за зачет

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе
«Минералогия»
основной образовательной программы**

18.03.01 «Химическая технология»

Профиль – «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и
нанoeлектроники»

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата»

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения, договоров с ЭБЦ и информационных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 1 от «31» августа 2019 г
2.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«Утверждаю»

ректор

(Руководитель образовательной организации)

А.Г. Мажуга

(Подпись)

(И.О. Фамилия)

«_____» _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Физическая химия реального кристалла»
(Б1.В.ОД.19)**

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной
техники и нанoeлектроники»

Квалификация – бакалавр

Программа одобрена
Методической комиссией
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«31» мая 2019 г.

Председатель _____ **Н.А. Макаров**
(Подпись) (И.О. Фамилия)

Москва 2019 г.

Программа составлена:
Заведующим кафедрой химии и технологии кристаллов, профессором
И.Х. Аветисовым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии кристаллов
РХТУ им.Д.И. Менделеева «21» мая 2019 г., протокол № 13.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины	4
2. Требования к результатам освоения дисциплины	4
3. Объем дисциплины и виды учебной работы	5
4. Содержание дисциплины	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	6
4.2. Содержание разделов дисциплины	6
5. Соответствие содержания требованиям к результатам освоения дисциплины	7
6. Практические и лабораторные занятия	8
6.1. Практические занятия	8
6.2. Лабораторные занятия	8
7. Самостоятельная работа	8
8. Примеры оценочных средств для контроля освоения дисциплины	9
8.1. Примерная тематика расчетной работы	9
8.2. Примерная тематика рефератов	9
8.3. Примеры контрольных вопросов для оценки освоения дисциплины	9
8.4. Структура и примеры билетов для зачета	10
9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	11
9.1. Рекомендуемая литература	12
9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации	12
9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины	12
10. Методические указания для обучающихся	13
11. Методические указания для преподавателей	14
12. Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе	15
13. Материально-техническое обеспечение дисциплины	17
13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе	17
13.2. Учебно-наглядные пособия	17
13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства	17
13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы	17
13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения	17
14. Требования к оценке качества освоения программы	18
15. Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	20

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники», в соответствии с рекомендациями Методической комиссии РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом преподавания дисциплин профиля на кафедре химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к вариативной части учебного плана, к блоку обязательных дисциплин (Б1.В.ОД.19) и рассчитана на изучение дисциплины в 5 семестре обучения. Программа предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей химии, математики, физики, физической химии, кристаллографии.

Цель дисциплины — формирование у студентов бакалавриата представлений о методах управления явлениями дефектообразования в кристаллических фазах, о способах синтеза кристаллов с заданным уровнем дефектов и желаемыми свойствами.

Основные задачи -

- ознакомление с теоретическими основами физической химии твердого тела и выявления взаимосвязи между термодинамическими условиями синтеза и структурно-чувствительными свойствами фаз, содержащих точечные, протяженные и объемные дефекты;
- ознакомление с методами исследований отклонений от стехиометрии в кристаллических фазах неорганических соединений;
- вскрытие закономерностей разупорядочения в кристаллах и его влияния на их свойства.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины при подготовке бакалавров по направлению 18.03.01 «Химическая технология»; профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» способствует формированию следующих компетенций:

Профессиональных:

- способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (**ПК-16**);
- готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления (**ПК-19**).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- классификацию дефектов в кристаллических материалах;
- методы определения концентраций равновесных и неравновесных дефектов;
- основные типы нестехиометрических фаз;
- основные закономерности влияния дефектов нестехиометрии на свойства кристаллов.

Уметь:

- использовать квазихимическую теорию для описания процессов дефектообразования в кристаллах;
- рассчитывать концентрацию различных типов дефектов из разнородных экспериментальных данных;
- рассчитывать свойства кристаллов в зависимости от концентрации равновесных точечных дефектов.

Владеть:

- навыками определения типов дефектов по разнородным экспериментальным данным;
- методами расчета концентрация тепловых дефектов и дефектов нестехиометрии;
- методами определения термодинамических параметров равновесных точечных дефектов в кристаллах.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс изучается в 5 семестре бакалавриата на базе знаний, полученных студентами на первых курсах. Контроль освоения студентами материала курса осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

Виды учебной работы	Всего	
	Зач. ед.	Ак. час.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144
Контактная работа – аудиторные занятия:	2	64
Лекции (Лек)	1	32
Практические занятия (ПЗ)	1	32
Самостоятельная работа (СР):	2	80
Расчетная работа	-	-
Реферат	-	-
Контактная самостоятельная работа	0,25	0,2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		79,8
Виды контроля:		
Зачет с оценкой		

Виды учебной работы	Всего	
	Зач. ед.	Астр. час.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	2	48
Лекции (Лек)	1	24
Практические занятия (ПЗ)	1	24
Самостоятельная работа (СР):	2	60
Расчетная работа	-	-
Реферат	-	-
Контактная самостоятельная работа		0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		59,85
Виды контроля:		
Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лек- ции	Прак. Зан.	Лаб. рабо- ты	Сам. работ а
1	Раздел 1. Физическая химия реального кристалла	72	16	16	-	40
2	Раздел 2. Собственные и несобственные примеси в реальном кристалле	72	16	16	-	40
	ИТОГО	144	32	32	-	80

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1 Физическая химия реального кристалла

Введение. Идеальный и реальный (с дефектами) кристалл. Физическая химия кристаллов с дефектами, как область знаний о формировании свойств кристалла, обусловленных его дефектностью. Классификация дефектов структуры кристалла.

Тепловой беспорядок в кристалле. Тепловые дефекты. Феноменологическая характеристика тепловых дефектов. Выявление закономерностей, описывающих зависимость концентрации тепловых дефектов от температуры методами статистической термодинамики. Концентрация дефектов как функция температуры в однокомпонентных кристаллах. Зависимость концентрации тепловых дефектов от температуры в двухкомпонентных кристаллических соединениях. Экспериментальные методы определения концентрации тепловых дефектов. Выявление закономерностей, описывающих явления дефектообразования в кристаллах методами квазихимической аналогии. Сопоставление квазихимических и статистических методов.

Раздел 2 Собственные и несобственные примеси в реальном кристалле

Беспорядок в кристалле, обусловленный нарушениями стехиометрии. Дефекты нестехиометрии. О неизбежности нарушения стехиометрии в кристаллах химических соединений. Нестехиометрия бинарных соединений. Влияние дефектов нестехиометрии на свойства кристаллов. Зависимость концентрации дефектов нестехиометрии от основных термодинамических параметров – давления и температуры. Особенности аналитического и графического описания таких закономерностей. Отображение явлений нарушения стехиометрии на диаграммах состояния. О термодинамической природе нестехиометрических фаз как твердых растворов избыточных компонентов в основном веществе. Термодинамический анализ причин, определяющих вид области гомогенности и ее положение на диаграмме состояния.

Проблема собственных примесей в особо чистом кристалле стехиометрического состава. Физико-химические основы методов регулирования уровня собственных примесей в таких кристаллах. Энергетика дефектов нестехиометрии. Определение основных термодинамических параметров дефектообразования $\Delta H_{\text{деф}}$, $\Delta S_{\text{деф}}$, $\Delta G_{\text{деф}}$, расчетные и экспериментальные методы.

Заключение.

Перспективы развития химии твердого тела. Проблемы, связанные с дальнейшим

развитием теории разупорядочения кристаллов. Проблемы нестехиометрии. Проблемы получения бездислокационных кристаллов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Компетенции	Раздел	Раздел
	1	2
<i>Знать:</i>		
- классификацию дефектов в кристаллических материалах;	+	+
- методы определения концентраций равновесных и неравновесных дефектов;	+	+
- основные типы нестехиометрических фаз;	+	+
- основные закономерности влияния дефектов нестехиометрии на свойства кристаллов.	+	+
<i>Уметь:</i>		
- использовать квазихимическую теорию для описания процессов дефектообразования в кристаллах;	+	+
- рассчитывать концентрацию различных типов дефектов из разнородных экспериментальных данных;	+	+
- рассчитывать свойства кристаллов в зависимости от концентрации равновесных точечных дефектов.	+	+
<i>Владеть:</i>		
- навыками определения типов дефектов по разнородным экспериментальным данным;	+	+
- методами расчета концентрация тепловых дефектов и дефектов нестехиометрии;	+	+
- методами определения термодинамических параметров равновесных точечных дефектов в кристаллах.	+	+
<i>Профессиональные компетенции:</i>		
— способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-16);	+	+
— готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления (ПК-19).	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Физическая химия реального кристалла» в объеме 32 часов (1 зач. ед.).

Практические занятия проводятся под руководством преподавателей и направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, расширение знаний в области теории кристаллизации.

Примерный перечень практических занятий

№ пп	Раздел	Темы практических занятий	Часы
1	1	Расчет концентрации тепловых дефектов в зависимости от температуры в однокомпонентных кристаллах	8
2		Расчет квазихимических реакций дефектообразования в однокомпонентном кристалле с учетом образования электрически нейтральных и заряженных дефектов	8
3	2	Расчет концентраций ионизированных и электронейтральных дефектов в нестехиометрических бинарных кристаллах	8
4		Построение диаграммы Броуэра для бинарного кристалла при образовании электронейтральных. Однократно и двукратно ионизированных дефектов в обеих подрешетках.	8

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины «Физическая химия реального кристалла» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 80 акад. час., в том числе самостоятельное изучение разделов дисциплины и выполнение домашних заданий в объеме 63 акад. час., выполнение расчетной работы по курсу в объеме 18 акад. час., подготовку реферата по курсу в объеме 9 акад. час.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие виды:

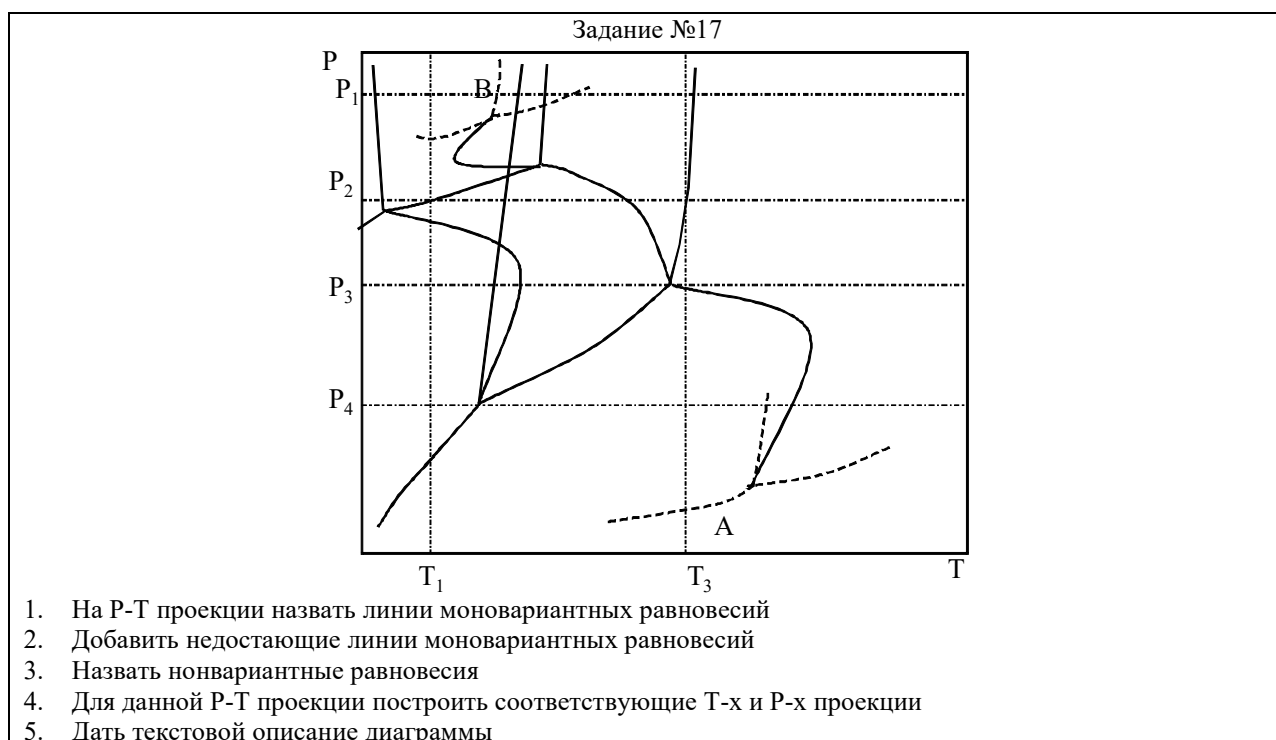
- регулярную проработку пройденного на лекциях и практических занятиях учебного материала;
- выполнение расчетной работы по тематике курса;
- подготовку реферата по тематике курса на основе проработки рекомендованной литературы и работы с электронно-библиотечными системами;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике курса;
- подготовку к сдаче зачета по курсу.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Примерная тематика расчетной работы

Расчетная работа по курсу выполняется в 5 семестре в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка расчетной работы – 30 баллов.

Тематика расчетной работы: «Построение Т-Х и Р-Х проекций и Т-Х и Р-Х сечений Р-Т-Х диаграммы бинарной системы с нестехиометрическими фазами химических соединений. Создание текстового описания Р-Т-Х диаграммы достаточного для построения взаимосогласованных Р-Т, Т-Х и Р-Х проекций».



8.2. Примерная тематика рефератов

Реферат по курсу выполняется в 5 семестре в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка реферата – 30 баллов.

Примерная тематика реферата:

- Влияние тепловых дефектов на функциональные свойства материалов на основе одноэлементных материалов.
- Экспериментальные методы синтеза нестехиометрических фаз многокомпонентных кристаллов.
- История создания методов определения отклонений от стехиометрии
- Прямые и косвенные методы определения собственных точечных дефектов в бинарных полупроводниковых кристаллах
- Влияние собственных точечных дефектов на фотофизические характеристики полупроводниковых материалов.
- Формирование заданных электрофизических характеристик кристаллов за счет реакций взаимопревращения электрически нейтральных дефектов в ионизированный в бинарных полупроводниковых соединениях.
- Современные представления о нестехиометрии сложных оксидных кристаллов, используемых в качестве лазерных матриц.

- Технология получения нестехиометрических кристаллов бинарных полупроводников методами направленной кристаллизации с контролируемым отклонением от стехиометрии.
- Контроль дефектов нестехиометрии халькогенидных кристаллов
- Влияние примесного состава на свойства нестехиометрических кристаллов

8.3. Примеры контрольных вопросов для оценки освоения дисциплины

Раздел 1. Физическая химия реального кристалла

Задание 1.

1. Кристаллический PbTe при испарении полностью диссоциирует на Pb и Te₂: $P_{Te_2} = P_{Pb} + \frac{1}{2} P_{Te_2}$. Рассчитайте P_{Pb} и P_{Te_2} при изотермическом отжиге PbTe_{ТВ} в герметичной ампуле объемом 0,2 л, если в нее вместе с PbTe_{ТВ} поместили 0,01 г свинца, полностью испаряющегося при температуре отжига 1200 К. Константа диссоциации PbTe имеет вид $K_{PbTe} = 4,37 \cdot 10^9 \exp(-3,51 \text{ эВ}/RT)$. Растворимость свинца и теллура в PbTe_{ТВ} считать пренебрежимо малой.

2. Предложите механизм γ -нестехиометрии шпинели, если равновесный состав ее описывается формулой $0,25 \text{ ZnO} \cdot 1,25 \text{ Ga}_2\text{O}_3$

3. В нестехиометрическом оксиде лития $\text{Li}_{2+\delta}\text{O}$ обнаружены следующие виды дефектов: $\text{Li}_i^\bullet$, V_{Li}' , $\text{V}_{\text{O}}^{\bullet\bullet}$, e и h . Напишите квазихимические реакции, отображающие процессы образования указанных дефектов. Составьте уравнения: а) электронейтральности кристалла, заселенного этими дефектами; б) баланса узлов в различных подрешетках кристалла; в) баланса реальных частиц и квазичастиц. Напишите уравнение, описывающее связь между величиной отклонения от стехиометрии и суммарной концентрацией всех видов возникающих дефектов при нарушении стехиометрии в сторону недостатка кислорода.

Раздел 2 Собственные и несобственные примеси в реальном кристалле

Задание 9. Вывести уравнения зависимостей концентрации всех заряженных дефектов в нестехиометрическом кристалле CdS от давления пара кадмия и построить диаграмму Брауэра в координатах $\ln X = F(\ln P_{\text{Cd}})$, если известно, что в диапазоне давлений $P_{\text{Cd}} \approx P_{\text{S}_2}$ константа равновесия реакции $\text{CdS}_{\text{кр}} = \text{Cd}_i^{\bullet\bullet} + \text{V}_{\text{Cd}}''$, $K_{\text{Фр}}'' = \text{const}$. При расчете принять, что $K_{\text{Фр}}'' > K_i$ и дефекты термически ионизируются $\text{Cd}_i^{\bullet\bullet} = \text{Cd}_i^{\bullet} + e$ и $\text{V}_{\text{Cd}}'' = \text{V}_{\text{Cd}}' + h$.

Итоговый контроль – зачет с оценкой

Итоговый контроль по модулю 1 проводится в форме устного опроса (зачет с оценкой). Билет для проведения зачета содержит 2 вопроса, максимальная оценка за каждый вопрос – 20 баллов. Общая оценка зачета складывается путем суммирования оценок за контрольные работы (максимум 20 баллов), расчетную работу (максимум 30 баллов), реферат (максимум 10 баллов) и ответ на зачете (максимум 40 баллов). Максимальная оценка зачета – 100 баллов.

Примеры контрольных вопросов

1. Расчет концентраций тепловых дефектов в зависимости от температуры в однокомпонентных кристаллах.
2. Тепловой беспорядок в нестехиометрическом кристалле хлорида натрия
3. Классификация дефектов в кристаллах бинарных полупроводниковых соединений
4. Беспорядок в кристалле, обусловленный нарушениями стехиометрии.

5. Влияние температуры на концентрацию тепловых дефектов в однокомпонентных кристаллических соединениях.
6. Влияние температуры на концентрацию тепловых дефектов в двухкомпонентных кристаллических соединениях.
7. Экспериментальные методы определения концентрации тепловых дефектов.
8. Понятие идеального и реального кристалла.
9. Классификация дефектов структуры кристалла.
10. Квазихимические и статистические методы описания дефектов в кристаллах.
11. Нестехиометрия бинарных соединений.
12. Термодинамическая природа нестехиометрических фаз как твердых растворов избыточных компонентов в основном веществе.
13. Зависимость концентрации дефектов нестехиометрии от основных термодинамических параметров – давления и температуры.
14. Классификация дефектов нестехиометрии.
15. Беспорядок в кристалле, обусловленный нарушениями стехиометрии.
16. Влияние дефектов нестехиометрии на свойства кристаллов.
17. Аналитическое и графическое описание закономерностей, описывающих явления дефектообразования в кристаллах.
18. Концентрация дефектов как функция температуры в однокомпонентных кристаллах.
19. Отображение явлений нарушения стехиометрии на диаграммах состояния.
20. Собственные примеси в особо чистом кристалле стехиометрического состава.
21. Энергетика дефектов нестехиометрии.
22. Физико-химические основы методов регулирования уровня собственных примесей в таких кристаллах.
23. Нарушение стехиометрии в кристаллах химических соединений.
24. Проблемы получения бездислокационных кристаллов.
25. Термодинамический анализ причин, определяющих вид области гомогенности и ее положение на диаграмме состояния.
26. Расчетные методы определения основных термодинамических параметров дефектообразования $\Delta H_{\text{деф}}$, $\Delta S_{\text{деф}}$, $\Delta G_{\text{деф}}$,
27. Экспериментальные методы определения основных термодинамических параметров дефектообразования $\Delta H_{\text{деф}}$, $\Delta S_{\text{деф}}$, $\Delta G_{\text{деф}}$
28. Зависимость концентрации тепловых дефектов от температуры в двухкомпонентных кристаллических соединениях.
29. Сопоставление квазихимических и статистических методов описания дефектов нестехиометрии.
30. Тепловой беспорядок в кристалле в однокомпонентном кристалле кремния.
31. Тепловой беспорядок в кристалле в трехкомпонентном кристалле форстерита.
32. Феноменологическая характеристика тепловых дефектов.
33. Влияние тепловых дефектов на структурно-чувствительные характеристики двухкомпонентного кристалла.

8.4. Структура и пример билетов к зачету с оценкой

Итоговый контроль освоения материала курса проводится в форме устного зачета по курсу. Зачет по дисциплине «Физическая химия реального кристалла» включает контрольные вопросы по разделу 1 и разделу 2 учебной программы (см. выше). Билет к зачету состоит из 2 вопросов. Первый вопрос билета предусматривают развернутые ответы студента по достаточно объемной тематике, и второй – ответ по конкретизированной тематике. Ответы на вопросы билета оцениваются из 40 баллов (максимальная оценка) следующим образом: первый вопрос – максимально по 25 баллов, второй вопрос – максимально 15 баллов. Общая оценка зачета складывается путем суммирования оценок

текущего контроля по разделам 1 и 2, и ответа на зачете. Максимальная оценка дисциплины – 100 баллов.

Пример билета к зачету с оценкой (раздел 1)

«Утверждаю» Зав.кафедрой _____ 2019 И.Х. Аветисов _____	МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии кристаллов
	Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники»
	Физическая химия реального кристалла
Билет № 1 1. Классификация дефектов в кристаллах бинарных полупроводниковых соединений. 2. Тепловой беспорядок в нестехиометрическом кристалле хлорида натрия	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. И.Х.Аветисов, Е.Н. Можевитина О.Б. Петрова, Построение Р-Т-х диаграмм фазовых равновесий. Задачник, М., РХТУ, 2014, 68 с.
2. Ковтуненко, П. В. Физи-ческая химия твердого те-ла. Кристаллы с дефектами.: учеб-ник для хим.-технол. спец. вузов / П.В. Ковтуненко. - М. : Высшая школа, 1993. - 352 с

Б. Дополнительная литература

1. Шаскольская М.П. Кристаллография: Учеб.пособие для втузов.- 2-е изд., перераб.и доп.-М.:Высшая школа,1984.-376 с..
2. Антипов Б.Л., Сорокин В.С., Терехов В.А. Материалы электронной техники: Задачи и вопросы. Учеб. пособие для вузов по специальностям электронной техники. - СПб.: Лань, 2001,-208 с.
3. Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения. М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2011 400с

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия 19С «Химия»
- Журнал Неорганические материалы. ISSN: : 0002-337X
- Журнал Физика твердого тела. ISSN: 0367-3294
- Журнал Известия ВУЗов. Материалы электронной техники. ISSN: 1609-3577
- Journal of Solid State Chemistry. ISSN: 0022-4596.
- Physica Status Solidi A. ISSN: 1862-6300
- Рекламные материалы ведущих производителей кристаллов и материалов электронной техники.

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

Интернет - ресурсы:

- <http://www.portalnano.ru/> - Нанотехнологии и наноматериалы. Федеральный интернет-портал
 - <http://www.nsknano.ru/> - Новосибирские Наноматериалы
 - www.14000.ru - Информационный сайт по системам экологического менеджмента, энерго- и ресурсоэффективным технологиям производства
 - www.centerprioritet.ru – СМЦ «Приоритет» - техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания
 - <http://www.nanometer.ru/> - "Нанометр" - нанотехнологическое сообщество
 - <http://plasma.karelia.ru/pub/nano-kurs/> - «Нано Технологии»
 - <http://www.nanonewsnet.ru/> - Нанотехнологии Nano news net | Сайт о нанотехнологиях #1 в России
 - <http://nano-portal.ru/> - Нано Портал - Нанотехнологии России
 - <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx> - Scientific research. Open Access
 - <http://www.superhimik.com/forum.htm> - Золотые купола химии
 - <http://www.intechopen.com/> - In Tech. Open Science
 - <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета.
- Поиск книг и журналов
- http://www.twirpx.com/files/chidnustry/chemistry_tech/silicate/ - Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов
 - www.sciyo.com - Welcome to Sciyo! Read, download & share more than 273 FREE SCIENTIFIC BOOKS
 - <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
 - <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
 - <http://lib.msu.su> - Научная библиотека Московского государственного университета
 - <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
 - <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
 - <http://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах
 - <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
 - <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека
 - <http://lcweb.loc.go> - Библиотека Конгресса США

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 12, (общее число слайдов – 292);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 70);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 33).

Для освоения дисциплины используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 20.03.2019).

– Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/93/91/5> (дата обращения: 20.03.2019).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 20.03.2019).

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 20.03.2019).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 20.03.2019).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://i-exam.ru/> (дата обращения: 20.03.2019).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Методические рекомендации по организации учебной работы студента, обучающегося в бакалавриате, направлены на повышение ритмичности и эффективности его аудиторной и самостоятельной работы по курсу.

Дисциплина «Физическая химия реального кристалла» включает 1 Раздел. При изучении материала раздела рекомендуется регулярное повторение законспектированного лекционного материала, а также дополнение его сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

Рабочая программа дисциплины предусматривает выполнение расчетной работы, а также подготовку и написание реферата по тематике курса в 5 семестре обучения. Эти работы выполняются в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу.

Целью выполнения расчетной работы и подготовки реферата является закрепление полученных знаний по дисциплине, расширение эрудиции и кругозора студента в области современных технологий стекол и стеклоизделий, развитие его творческого потенциала и самостоятельного мышления.

В задачи выполнения расчетной работы входит получение навыков построения взаимосогласованных диаграмм фазовых равновесий с учетом отклонения от стехиометрии фаз химических соединений. В задачи подготовки реферата входит приобретение навыков работы с информационными ресурсами, получение опыта изложения, обработки, анализа результатов исследования, формулирования выводов по работе, знакомство с правилами оформления научных рефератов.

Расчетная работа и реферат выполняются в форме самостоятельного исследования по индивидуальной тематике.

При выполнении указанных видов самостоятельной работы студент должен руководствоваться следующими основными принципами:

1 – сочетание в работе, с одной стороны, общепризнанных теоретических и практических положений и сведений, с другой, – результатов новейших разработок в области технологии стекла;

2 – творческий аналитический подход к собранным материалам, исключающий их простое перечисление и изложение.

Выполнение работ в первую очередь ориентировано на самостоятельную работу студента с информационными ресурсами – учебной, научно-технической, справочной и патентной литературой, ресурсами Интернета, базами данных, рекламной продукцией фирм-производителей. Доступ к указанным ресурсам обеспечивается фондами научно-технической библиотеки вуза и городских научно-технических библиотек, электронными библиотеками и поисковыми системами Интернета, материалами тематических выставок и научно-технических конференций. При оформлении расчетной работы и реферата следует ориентироваться на требования ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

Содержание и оформление работ оценивается в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка расчетной работы и реферата составляет по 30 баллов (в совокупности 60 баллов). Максимальная оценка текущей работы составляет 60 баллов.

В соответствии с учебным планом изучение материала дисциплины заканчивается контролем его освоения в форме зачета с оценкой (максимальная оценка – 40 баллов).

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Дисциплина «Физическая химия реального кристалла» изучается в 5 семестре бакалавриата. При подготовке и проведении занятий преподаватель должен учитывать, что студенты, обучающиеся в бакалавриате, имеют определенную подготовку по специальным дисциплинам профиля, полученную ими при обучении в бакалавриате, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал курса должен быть ориентирован на современную трактовку изучаемых вопросов, отличаться широтой и глубиной их проработки, включать элементы научной дискуссии. Необходимо обращать внимание студентов на обоснование круга рассматриваемых вопросов, формулировки главных положений и определений, практические выводы из теоретических положений. На занятиях должна прослеживаться связь рассматриваемых вопросов с ранее изученным материалом.

Основной задачей преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Физическая химия реального кристалла», является формирование у студентов широкого кругозора и эрудиции в области проблем дефектообразования в реальных кристаллах. Преподаватель должен акцентировать внимание студентов на вопросах получения и оценке различных типов дефектов в одно- и многокомпонентных кристаллах. При проведении занятий желательно обращаться к опыту ведущих ученых, использовать их научно-информационные и рекламные материалы, проводить сравнительный анализ результатов передовых научных исследований в данной области.

В вводной лекции дисциплины следует остановиться на тенденциях в области дефектообразования кристаллических материалов, привести обзор современных технологий, которые используют целенаправленный синтез фаз с контролируемым дефектным составом.

В разделе «Тепловой беспорядок в кристалле» рекомендуется подробно рассмотреть феноменологические характеристики тепловых дефектов, закономерности, описывающих зависимость концентрации тепловых дефектов от температуры методами статистической термодинамики, зависимости концентрации тепловых дефектов от температуры в двухкомпонентных кристаллических соединениях, экспериментальные методы определения концентрации тепловых дефектов, закономерности, описывающие

явления дефектообразования в кристаллах методами квазихимической аналогии.

Основная задача раздела «Беспорядок в кристалле, обусловленный нарушениями стехиометрии» заключается в анализе информации о нестехиометрии бинарных соединений, способах определения дефектов нестехиометрии, отображения нестехиометрических фаз на диаграммах фазовых равновесий, термодинамическом анализе нестехиометрических фаз как твердых растворов избыточных компонентов в основном веществе, физико-химических основах методов регулирования уровня собственных примесей в одно- двухкомпонентных кристаллах.

Необходимой компонентой лекционных и практических занятий по курсу является широкое использование иллюстративного материала, в том числе с применением компьютерной техники. Иллюстративный материал включает презентации по разделам курса, выполненные с использованием различных программных продуктов (например, Power Point в составе Microsoft Office). Для демонстрации иллюстративного материала рекомендуется использование мультимедиа.

При проведении занятий преподаватель может рекомендовать студентам дополнительную литературу по тематике занятия. Желательно стимулировать студентов к самостоятельной работе с литературными источниками, задавая вопросы и организуя их обсуждение в аудитории.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 составляет 1708373 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором

1	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-827/2018 от 26.09.2018 г. Сумма договора – 357 000-00 С «26» сентября 2018г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань" — ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в которых интегрированы бесплатные сервисы для незрячих студентов и синтезатор речи. Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва "Лань", Национальный Открытый Университет"ИНТУИТ", "Инженерно-технические науки" изд-ва "Лань".
	ЭБС «ЛАНЬ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г. Сумма договора – 642 083-68 С «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», Национальный Открытый Университет«ИНТУИТ», Инженерно-технические науки" изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» изд-ва Дашков и К. А также отдельные издания в соответствии с Договором.
2.	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	ЭБС «Научно-	Принадлежность – сторонняя	

	электронная библиотека eLibrary.ru».	Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ», договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г. Сумма договора - 934 693-00 С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Электронные версии периодических и неперiodических изданий по различным отраслям науки
4	Издательство Wiley	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Wiley/130 от 10.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.
5	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Reaxys /130 от 10.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
6	Scopus	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Scopus/130 от 09.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.scopus.com.	Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER

		Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	
7	Ресурсы международной компании Clarivate Analytics	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № WoS/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.
8	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество)	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № RSC/130 от 08.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.
9	База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № CAS/130 от 23.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://scifinder.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.	SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных дисциплин, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.

10	Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ № исх.- 1294 от 09 10 2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.	«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2014-2018гг.
11	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-1299/2018 от 06.03.2019 г. С «06» марта 2019г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Сумма договора – 73 247-39 Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция книг по естественно-научным и техническим отраслям наукам.
12	ЭБС «ЮРАЙТ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора – ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ», Договор № №29.01-3-2.0-1168/2018 от 11.01.2019 г. С «11» января 2019 г. по «10» января 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС - https://biblio-online.ru/ Сумма договора – 220 000-00 руб. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Физическая химия реального кристалла» проводятся в форме лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы студента.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

13.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к разделам лекционного курса.

13.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копирующие аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками стекол и стеклоизделий.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий и диссертационных работ, выполненных аспирантами и сотрудниками кафедры.

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Операционная система Microsoft Windows 10 Education (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching , соглашение от 31.01.2019 ICM-169788 , номер подписки IM91021 , действительно до 30.01.2021 , счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021
2	Microsoft Visio Professional 2019 (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching , соглашение от 31.01.2019 ICM-169788 , номер подписки IM91021 , действительно до 30.01.2021 , счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1 Физическая химия реального кристалла	<i>Знает:</i> - классификацию дефектов в кристаллических материалах; - методы определения концентраций равновесных и неравновесных дефектов; - основные типы нестехиометрических фаз; - основные закономерности влияния дефектов нестехиометрии на свойства кристаллов.	Оценка за расчетную работу Оценка за реферат Оценка за зачет

	<i>Умеет:</i> - использовать квазихимическую теорию для описания процессов дефектообразования в кристаллах; - рассчитывать концентрацию различных типов дефектов из разнородных экспериментальных данных; - рассчитывать свойства кристаллов в зависимости от концентрации равновесных точечных дефектов. <i>Владеет:</i> – способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений в области реальных кристаллов с дефектами; - навыками определения типов дефектов по разнородным экспериментальным данным; - методами расчета концентрация тепловых дефектов и дефектов нестехиометрии; - методами определения термодинамических параметров равновесных точечных дефектов в кристаллах.	

15 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе
«Физическая химия реального кристалла»
основной образовательной программы**

18.03.01 «Химическая технология»

Профиль – «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и
нанoeлектроники»

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата»

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения, договоров с ЭБЦ и информационных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 1 от «31» августа 2019 г
2.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«Утверждаю»

ректор

(Руководитель образовательной организации)

А.Г. Мажуга

(Подпись)

(И.О. Фамилия)

«_____» _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**«Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных
умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-
исследовательской деятельности»
(Б2.В.01(У))**

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной
техники и нанoeлектроники»

Квалификация – бакалавр

Программа одобрена
Методической комиссией
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«31» мая 2019 г.

Председатель _____ **Н.А. Макаров**
(Подпись) (И.О. Фамилия)

Москва 2019 г.

Программа составлена:

доцентом кафедры химии и технологии кристаллов, к.х.н., доцентом О.Б. Петровой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии кристаллов РХТУ им.Д.И. Менделеева «21» мая 2019 г., протокол № 13.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели и задачи практики	4
2.	Требования к результатам освоения практики	4
3.	Объем практики и виды учебной работы	5
4.	Содержание практики	5
4.1.	Разделы практики	5
4.2.	Содержание разделов практики	6
5.	Соответствие содержания требованиям к результатам освоения практики	6
6.	Практические занятия	7
7.	Самостоятельная работа	7
8.	Оценочные средства для контроля освоения практики	8
8.1.	Вопросы для итогового контроля освоения практики (зачет с оценкой)	8
8.2.	Структура и пример билетов для зачета с оценкой	9
9.	Учебно-методическое обеспечение практики	10
9.1.	Рекомендуемая литература	10
9.2.	Рекомендуемые источники научно-технической информации	11
9.3.	Средства обеспечения освоения практики	11
10.	Методические указания для обучающихся	11
11.	Методические рекомендации преподавателям	12
12.	Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе	13
13.	Материально-техническое обеспечение практики	16
13.1.	Оборудование, необходимое в образовательном процессе	16
13.2.	Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно- программные и аудиовизуальные средства	16
13.3.	Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы	16
13.4.	Перечень лицензионного программного обеспечения	17
14.	Требования к оценке качества освоения программы	18
15.	Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	20

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники», с рекомендациями методической комиссии РХТУ им. Д.И. Менделеева и накопленным опытом проведения учебной практики кафедрой химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Программа относится к вариативной части учебного плана, к блоку практик (Б2.В.01(У)) и рассчитана на изучение практики в 4 семестре обучения.

Цель учебной практики: практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности состоит в получении студентами общих представлений о технологиях роста кристаллов и получения материалов электроники, знакомство с работой предприятий и технологических линий по изготовлению изделий из этих материалов, а также получение первичных профессиональных умений и навыков путем самостоятельного творческого выполнения задач, поставленных программой практики.

Основной задачей Учебной практики: является приобретение обучающимися первичных знаний в области роста кристаллов, получения материалов электроники и фотоники.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Прохождение Учебной практики: практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности при подготовке бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» направлено на формирование следующих *профессиональных компетенций*:

- способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования (ПК-2);
- готовностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности (ПК-3);
- способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-4);
- способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест (ПК-5);
- способностью налаживать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств (ПК-6);

- готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования (ПК-8);
- способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования (ПК-9);
- способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа (ПК-10);
- способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса (ПК-11);
- способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-16);
- готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов (ПК-17);
- готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-18);
- готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления (ПК-19);
- готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-20).

В результате прохождения практики обучающийся должен:

Знать:

- основные способы роста кристаллов;
- основные способы и технологические параметры производства изделий электроники и нанoeлектроники;

Уметь:

- определять вид и назначение материалов электроники;

Владеть:

- комплексом первоначальных знаний и представлений об организации производства материалов электроники и изделий на их основе;
- навыками изложения полученных знаний в виде отчета о прохождении практики, описания исходных материалов, технологической схемы производства, контроля качества готовой продукции.

3. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности организуется в 4 семестре бакалавриата на базе знаний, полученных студентами при изучении практик направления 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники». Контроль освоения студентами материала курса осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
Общая трудоемкость практики по учебному плану	3,0	108
Самостоятельная работа (СР)	3,0	108
Контактная самостоятельная работа		0,2

Самостоятельное получение и освоение знаний, умений и навыков в соответствии с программой	2,0	107,8
Вид итогового контроля: зачет с оценкой	–	–

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В астроном. часах
Общая трудоемкость практики по учебному плану	3,0	81
Самостоятельная работа (СР)	3,0	81
Контактная самостоятельная работа	1,0	0,15
Самостоятельное получение и освоение знаний, умений и навыков в соответствии с программой	2,0	80,85
Вид итогового контроля: зачет с оценкой	–	–

4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности проводится в 4 семестре в форме теоретических занятий и экскурсий.

Ознакомление с историей методов выращивания кристаллов.

Тезисно перечисляется информация, которую узнают студенты в процессе прохождения учебной практики.

Посещение тематических экспозиций музеев и выставок.

Посещение действующих предприятий (или других объектов в ходе прохождения практики)

Ознакомление с основными способами роста кристаллов.

Ознакомление с перспективными научными разработками в области выращивания кристаллов, получения материалов электроники. Посещение научных лабораторий кафедры и знакомство с организацией работы в лаборатории роста кристаллов.

Подготовка отчета о прохождении учебной практики.

4.1. Разделы практики

Разделы	Раздел практики	Самостоятельная работа, часов
Раздел 1	Ознакомление с историей производства монокристаллов, других материалов электроники и изделий на их основе, природными материалами, используемыми для этих целей	18
Раздел 2	Посещение действующих предприятий по производству материалов электроники и фотоники и изделий на их основе	18
Раздел 3	Ознакомление с перспективными научными разработками в области создания материалов электроники и фотоники	18
Раздел 4	Подготовка отчета о прохождении учебной практики	54
	Всего часов	108

4.2. Содержание разделов практики

Раздел 1. Ознакомление с историей производства монокристаллов, других материалов электроники и изделий на их основе, природными материалами, используемыми для этих целей.

Кристаллы и их место в истории человечества.

Типы и виды материалов электроники. Перспективы развития функциональных материалов электроники.

Посещение тематических экспозиций музеев и выставок.

Раздел 2. Посещение действующих предприятий по производству материалов электроники и фотоники и изделий на их основе.

Ознакомление с основными технологическими стадиями и способами роста кристаллов и производства материалов электроники, свойствами изделий и областями их применения.

Раздел 3. Ознакомление с перспективными научными разработками в области создания материалов электроники и фотоники. Посещение научных лабораторий кафедр и знакомство с организацией работы в исследовательской лаборатории.

Раздел 4. Подготовка отчета о прохождении учебной практики.

Требования, предъявляемые к написанию и представлению отчета.

Конкретное содержание учебной практики определяется с учетом возможностей и интересов кафедры, организующей практику, и принимающей организации.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Компетенции	Раздел			
	1	2	3	4
В результате освоения практики студент должен:				
Знать:				
– основные способы роста кристаллов;	+			+
– основные способы и технологические параметры производства изделий электроники и нанoeлектроники;	+			+
Уметь:				
– определять вид и назначение материалов электроники;		+	+	+
Владеть:				
– комплексом первоначальных знаний и представлений об организации производства материалов электроники и изделий на их основе;		+	+	+
– навыками изложения полученных знаний в виде отчета о прохождении практики, описания исходных материалов, технологической схемы производства, контроля качества готовой продукции.				+
В результате освоения практики студент должен приобрести следующие профессиональные компетенции:				
– способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);		+	+	+
– готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать			+	

современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования (ПК-2);				
– готовностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности (ПК-3);		+		
– способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-4);			+	
– способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест (ПК-5)		+	+	
– способностью налаживать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств (ПК-6);			+	
– готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования (ПК-8);			+	
– способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования (ПК-9);			+	+
– способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа (ПК-10);			+	+
– способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса (ПК-11);		+	+	+
– способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-16);			+	+
– готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов (ПК-17);			+	+
– готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-18);	+	+	+	+
– готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного	+	+	+	+

направления (ПК-19);				
– готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-20).	+	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Учебным планом подготовки бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» проведение практических занятий по практике «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности» не предусмотрено.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой Учебной практики: практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности предусмотрена самостоятельная работа обучающихся в объеме 108 акад. часов (81 астроном. часов).

Самостоятельная работа проводится с целью закрепления знаний по практике и предусматривает:

- этапы ознакомления с теорией и практическим исполнением выращивания кристаллов;
- этап практического освоения технологии роста кристаллов на конкретном предприятии.

Ознакомление с технологиями роста осуществляется в виде экскурсий на конкретное предприятие. При посещении предприятия и ознакомления с его деятельностью обучающийся должен собрать материал, необходимый для подготовки отчета по практике. Отчет по практике включает:

- историческую справку о предприятии;
- номенклатуру выпускаемой продукции;
- виды и нормы расхода сырьевых материалов;
- краткое описание основных технологических переделов производства с указанием применяемого оборудования;
- методы и формы контроля технологических процессов;
- правила техники безопасности, пожарной безопасности и охраны труда на конкретном предприятии.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКИ

8.1. Вопросы для итогового контроля освоения практики

(перечень вопросов для итогового контроля)

1. Основные методы выращивания кристаллов
2. Методы выращивания кристаллов из расплава
3. Методы выращивания кристаллов из растворов
4. Методы выращивания кристаллов из газовой фазы
5. Методы выращивания кристаллов из твердой фазы (проращивание кристалла в керамику, контролируемая кристаллизация стекла)
6. Методы нагрева при высокотемпературном выращивании кристаллов
7. Применяемые нагреватели (материалы, конфигурации)
8. Применяемые тигли

9. Методы выращивания кристаллов сапфира
10. Методы выращивания кристаллов иттрий-алюминиевого граната
11. Методы выращивания кристаллов фианита
12. Методы выращивания кристаллов кремния
13. Методы выращивания кристаллов арсенида галлия
14. Методы выращивания кристаллов селенида цинка
15. Методы выращивания кристаллов оксида иттрия
16. Методы выращивания кристаллов флюорита
17. Методы выращивания кристаллов сапфира
18. Методы интенсификации роста кристаллов

8.2. Структура и пример билетов для зачета с оценкой

Зачет с оценкой по практике «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности» включает 2 контрольных вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 20 баллов

Пример билета к зачету с оценкой.

«Утверждаю» Зав.кафедрой _____ 2019 И.Х. Аветисов _____	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии кристаллов
	Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники»
	Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков
Билет № 1 1. Методы выращивания кристаллов из расплава 2. Методы выращивания кристаллов арсенида галлия	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. О.Б. Петрова, И.Х. Аветисов, И.В. Степанова. Методические указания по выполнению расчетов технологических процессов в производстве материалов электроники и нанoeлектроники: учебно-методическое пособие (учебное пособие), РХТУ, 2015, Москва, ISBN 978-5-7237-1263-8, 60 с.
2. А.Ю. Зиновьев, А.Г. Чередниченко, И.Х. Аветисов. Технология органических электролюминесцентных устройств. Технологические процессы. Учебное пособие. М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. 64с.

Б. Дополнительная литература

1. Х.С. Багдасаров. Высокотемпературная кристаллизация из расплава. М.: Физматлит, 2004, 160 с.
2. В.А. Тимофеева. Рост кристаллов из растворов-расплавов. М.: Наука, 1978, 268 с.

- 3 А.Ю.Зиновьев, А.Г.Чердиченко, И.Х.Аветисов Технология органических электролюминесцентных устройств. Теоретические основы и материалы. Учебное пособие. М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2010. 62с.
- 4 А.Ю.Зиновьев, И.Х.Аветисов, А.Г.Чердиченко Технология органических электролюминесцентных устройств. Гетероструктуры. Учебное пособие. М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2011. 63с.
- 5 Антоненко С.В. Технология тонких пленок. Учебное пособие - Москва: МИФИ, 2008.- 104 с.
- 6 Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов. М.; Высш.шк.,1990, 423 с.
- 7 А. А. Майер. Процессы роста кристаллов. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 1999, 176 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

- «Успехи химии» ISSN: 0044-460X
- Доклады Академии наук ISSN: 0869-5652
- Журнал «Кристаллография» ISSN: 0023-4761
- Journal of Chemical & Engineering Data ISSN: 1520-9568
- Nature Nanotechnology ISSN: 1748-3387
- Nature Chemistry ISSN: 1755-4330
- Journal of Crystal Growth ISSN: 0022-0248
- Журнал Неорганические материалы. ISSN: : 0002-337X
- Журнал Физика твердого тела. ISSN: 0367-3294
- Журнал Известия ВУЗов. Материалы электронной техники. ISSN: 1609-3577
- Journal of Solid State Chemistry. ISSN: 0022-4596.
- Physica Status Solidi A. ISSN: 1862-6300

–

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://www.portalnano.ru/> - Нанотехнологии и наноматериалы. Федеральный интернет-портал
- <http://www.nsknano.ru/> - Новосибирские Наноматериалы
- <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
- <http://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах
- <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
- <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека

9.3. Средства обеспечения освоения практики

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения практики:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 3, (общее число слайдов – 134);
- комплекты образцов материалов и приборов электроники – 5;

Для освоения практики используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 05.04.2019).

– Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/93/91/5> (дата обращения: 05.04.2019).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 04.04.2019).

При освоении практики студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 01.04.2019).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 01.04.2019).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://i-exam.ru/> (дата обращения: 01.04.2019).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Методические рекомендации по организации учебной работы студента направлены на повышение ритмичности и эффективности его самостоятельной работы по прохождению практики.

Завершающим этапом практики является подведение ее итогов. Подведение итогов учебной практики предусматривает выявление степени выполнения студентом программы практики, полноты и качества собранного материала, наличия необходимого анализа, расчетов, степени обоснованности выводов, выявление недостатков в прохождении практики, представленном материале и его оформлении, разработку мер и путей их устранения.

Студент, получив замечания и рекомендации руководителя практики, после соответствующей доработки, выходит на защиту (зачет) отчета о практике.

Отрицательный отзыв о работе студента во время практики, несвоевременная сдача отчета или неудовлетворительная оценка при защите отчета по практике считаются академической задолженностью.

По результатам практики составляется отчет, структура которого определяется вышеназванными задачами в соответствии с методическими указаниями по сбору материала.

Цель отчета – показать степень полноты выполнения студентом программы практики. Объем отчета (основной текст) – 15-20 страниц. Таблицы, схемы, рисунки, чертежи можно поместить в приложения, в этом случае в основной объем отчета они не входят.

Структурные элементы отчета по учебной практике:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- основная часть: характеристика предприятий, с деятельностью которых ознакомился студент во время практики.

- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

При оформлении реферата следует ориентироваться на требования ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

Содержание и оформление отчета оценивается в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка отчета составляет 60 баллов.

В соответствии с учебным планом прохождение практики завершается итоговым контролем в форме зачета с оценкой. Максимальная оценка на зачете с оценкой составляет 40 баллов.

Общая оценка результатов прохождения практики складывается из числа баллов, набранных при оценке отчета по практике и при защите отчета. Максимальная общая оценка всей практики составляет 100 баллов.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ

Основной задачей преподавателей, проводящих Учебную практику: практику по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности, является ознакомление студентов с методами и технологиями роста кристаллов.

Перед выездом на практику руководители практики от университета проводят собрания в группах, на которых разъясняют цели, задачи и порядок прохождения практики; знакомят с требованиями к отчетам по практике и порядком сдачи зачета.

Руководитель практики от университета обязан за 1-3 дня до начала практики студентов прибыть на предприятие и решить организационные вопросы. Совместно с руководителем практики от предприятия согласовать календарный план прохождения практики.

По прибытии на предприятие перед началом студенты в обязательном порядке проходят инструктаж по противопожарной безопасности и охране труда, знакомятся с правилами внутреннего распорядка на предприятии.

Работа студентов во время практики должна контролироваться руководителями практики от предприятия и университета в установленном порядке.

Во время посещений предприятий электроники необходимо обратить внимание студентов на культуру производства, принципы работы с высокочистыми веществами, функционирования «чистых комнат». Особое внимание студентов обратить на используемые исходные материалы, возможности вторичного использования материалов.

Для более глубокого изучения предмета преподаватель предоставляет студентам информацию о возможности использования Интернет-ресурсов по практике.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева обеспечивает информационную поддержку всем направлениям деятельности университета, содействует подготовке высококвалифицированных специалистов, совершенствованию учебного процесса, научно-исследовательской работы, способствует развитию профессиональной культуры будущего специалиста.

ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по всем практикам основной образовательной программы и гарантирует возможность качественного освоения обучающимися образовательной программы по направлению 18.03.01 Химическая технология.

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2018 составляет 1 703 196 экз.

Фонд учебной и учебно-методической литературы укомплектован печатными и электронными изданиями из расчета 50 экз. на каждые 100 обучающихся, а для практик вариативной части образовательной программы – 25 экз. на одного обучающегося.

Фонд дополнительной литературы включает помимо учебной литературы официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания.

Информационно-библиотечный центр обеспечивает самостоятельную работу студентов в читальных залах, предоставляя широкий выбор литературы по актуальным направлениям, а также обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым практикам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-827/2018 от 26.09.2018 г. Сумма договора – 357 000-00 С «26» сентября 2018г. по «25 сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань" — ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в которых интегрированы бесплатные сервисы для незрячих студентов и синтезатор речи. Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва "Лань", Национальный Открытый Университет"ИНТУИТ", "Инженерно-технические науки" изд-ва "Лань".
	ЭБС «ЛАНЬ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г. Сумма договора – 642 083-68	

		С «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера	«Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», Национальный Открытый Университет«ИНТУИТ», Инженерно-технические науки" изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» изд-ва Дашков и К. А также отдельные издания в соответствии с Договором.
2.	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru».	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ», договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г. Сумма договора - 934 693-00 С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Электронные версии периодических и неперидических изданий по различным отраслям науки
4	Издательство Wiley	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Wiley/130 от 10.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.
5	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Reaxys /130 от 10.10.2019 г.	Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и

	Elsevier	С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
6	Scopus	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Scopus/130 от 09.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.scopus.com. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Мультипрактикарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER
7	Ресурсы международной компании Clarivate Analytics	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № WoS/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R11j2TUYmdd7bUatOIJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.
8	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество)	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № RSC/130 от 08.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.

9	База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № CAS/130 от 23.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://scifinder.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.	SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных практик, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.
10	Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ № исх.- 1294 от 09 10 2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.	«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2014-2018гг.
11	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-1299/2018 от 06.03.2019 г. С «06» марта 2019г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Сумма договора – 73 247-39 Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция книг по естественно-научным и техническим отраслям наукам.

12	ЭБС «ЮРАЙТ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора – ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ», Договор № №29.01-3-2.0-1168/2018 от 11.01.2019 г. С «11» января 2019 г. по «10» января 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС - https://biblio-online.ru/ Сумма договора – 220 000-00 руб. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

В соответствии с учебным планом занятия по практике «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности» проводятся в форме самостоятельной работы студента.

13.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

13.2. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.3. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по практике; раздаточный материал к разделам лекционного курса; альбомы и рекламные проспекты с основными видами и характеристиками стекол и стеклоизделий.

13.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

13.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Операционная система Microsoft Windows 10 Education (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching, соглашение от 31.01.2019 ICM-169788, номер подписки IM91021, действительно до 30.01.2021, счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021
2	Microsoft Visio Professional 2019 (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching, соглашение от 31.01.2019 ICM-169788, номер	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021

		подписки IM91021, действительно до 30.01.2021, счет от 31.01.2019 № 9552830795		
4	Антиплагиат.ВУЗ	Контракт от 14.06.2019 № 40-45Э/2019	не ограничено, лимит проверок 6000	14.06.2020

14. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Наименование разделов практики	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1 Ознакомление с историей производства монокристаллов, других материалов электроники и изделий на их основе, природными материалами, используемыми для этих целей	знает: – основные способы роста кристаллов; – основные способы и технологические параметры производства изделий электроники и нанoeлектроники;	Оценка за отчет по практике Оценка при сдаче зачета с оценкой
Раздел 2 Посещение действующих предприятий по производству материалов электроники и фотоники и изделий на их основе	умеет: – определять вид и назначение материалов электроники; владеет: – комплексом первоначальных знаний и представлений об организации производства материалов электроники и изделий на их основе;	Оценка за отчет по практике Оценка при сдаче зачета с оценкой
Раздел 3 Ознакомление с перспективными научными разработками в области создания материалов электроники и фотоники	умеет: – определять вид и назначение материалов электроники; владеет: – комплексом первоначальных знаний и представлений об организации производства материалов электроники и изделий на их основе;	Оценка за отчет по практике Оценка при сдаче зачета с оценкой
Раздел 4 Подготовка отчета о прохождении учебной практики	знает: – основные способы роста кристаллов; – основные способы и технологические параметры производства изделий электроники и нанoeлектроники; умеет: – определять вид и назначение материалов электроники;	Оценка за отчет по практике Оценка при сдаче зачета с оценкой

	владеет: – комплексом первоначальных знаний и представлений об организации производства материалов электроники и изделий на их основе; – навыками изложения полученных знаний в виде отчета о прохождении практики, описания исходных материалов, технологической схемы производства, контроля качества готовой продукции.	

15. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе
«Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений
и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской
деятельности»
основной образовательной программы

18.03.01 «Химическая технология»

Профиль – «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и
наноэлектроники»

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата»

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения, договоров с ЭБЦ и информационных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 1 от «31» августа 2019 г
2.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«Утверждаю»

Ректор

(Руководитель образовательной организации)

А.Г. Мажуга

(Подпись)

(И.О. Фамилия)

«_____» _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**«Производственная практика: научно-исследовательская работа»
(Б2.В.02 (Н))**

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

**Профиль подготовки – «Химическая технология материалов и приборов
электронной техники и нанoeлектроники»**

Квалификация «бакалавр»

Программа одобрена
Методической комиссией
РХТУ им. Д.И. Менделеева
«31» мая 2019 г.

Председатель _____ **Н.А. Макаров**
(Подпись) (И.О. Фамилия)

Москва 2019 г.

Программа составлена:

доцентом кафедры химии и технологии кристаллов, к.х.н., доцентом О.Б. Петровой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии кристаллов РХТУ им.Д.И. Менделеева «21» мая 2019 г., протокол № 13.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели и задачи практики	4
2.	Требования к результатам прохождения практики	4
3.	Объем практики и виды учебной работы	5
4.	Содержание практики	5
4.1.	Разделы практики и виды занятий	5
4.2.	Содержание разделов практики	6
5.	Соответствие содержания требованиям к результатам освоения практики	6
6.	Практические и лабораторные занятия	7
6.1.	Практические занятия. Примерные темы практических занятий по практике	7
6.2.	Лабораторные занятия	9
7.	Самостоятельная работа	9
8.	Примеры оценочных средств для контроля освоения практики	9
8.1.	Примерная тематика реферативно-аналитической работы	9
8.2.	Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения практики	10
8.3.	Вопросы для итогового контроля освоения практики	10
8.4.	Структура и примеры билетов для зачета с оценкой	10
9.	Учебно-методическое обеспечение практики	10
9.1.	Рекомендуемая литература	10
9.2.	Рекомендуемые источники научно-технической информации	11
9.3.	Средства обеспечения освоения практики	11
10.	Методические указания для обучающихся	12
11.	Методические указания для преподавателей	13
12.	Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе	14
13.	Материально-техническое обеспечение практики	14
13.1.	Оборудование, необходимое в образовательном процессе:	18
13.2.	Учебно-наглядные пособия	18
13.3.	Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства	19
13.4.	Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы	19
13.5.	Перечень лицензионного программного обеспечения	19
14.	Требования к оценке качества освоения программы	19
15.	Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	20

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники», рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта проведения практики кафедрой химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Цель Производственной практики: научно-исследовательской работы – формирование профессиональных компетенций посредством планирования и осуществления экспериментальной деятельности на основании изученных практик, в том числе специальных, и самостоятельно изученной информации.

Основными задачами практики является приобретение навыков планирования и выполнения научно-исследовательской работы; обработка, интерпретация и представление научных результатов; подготовка к выполнению выпускной квалификационной работы.

2 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Изучение практики «Производственная практика: научно-исследовательская работа» при подготовке бакалавров по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» направлено на формирование следующих профессиональных компетенций:

Обладать следующими профессиональными компетенциями: ПК-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 16, 17, 18, 19, 20.

Знать:

- порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области;
- теоретические основы роста монокристаллов, получения материалов электроники и изделий из них, применять эти знания на практике;
- свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения научно-исследовательских задач;

Уметь:

- осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;
- работать на современных приборах, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты;
- применять теоретические знания, полученные при изучении естественно-научных дисциплин для анализа экспериментальных данных;

Владеть:

- способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ;
- способностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.

3 ОБЪЕМ ПРАКТИКИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Практика проводится в 7 семестре на базе знаний, полученных студентами при изучении дисциплин направления 18.03.01 Химическая технология. Контроль освоения студентами материала осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

Виды учебной работы	Всего		7 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч	ЗЕ	Акад. ч
Общая трудоемкость практики	3	108	3	108
Контактная работа – аудиторные занятия	2	72	2	72
Практические занятия (ПЗ)	2	72	2	72
Самостоятельная работа (СР)	1	36	1	36
Контактная самостоятельная работа		35,8		35,8
Самостоятельное получение и освоение знаний, умений и навыков в соответствии с программой		0,2		0,2
Вид итогового контроля			Зачет с оценкой	

Виды учебной работы	Всего		7 семестр	
	ЗЕ	Акад. ч	ЗЕ	Акад. ч
Общая трудоемкость практики	3	81	3	81
Контактная работа – аудиторные занятия	2	54	2	54
Практические занятия (ПЗ)	2	54	2	54
Самостоятельная работа (СР)	1	27	1	27
Контактная самостоятельная работа		26,85		26,85
Самостоятельное получение и освоение знаний, умений и навыков в соответствии с программой		0,15		0,15
Вид итогового контроля			Зачет с оценкой	

4 СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

4.1 Разделы практики и виды занятий

№ п.п.	Раздел практики	Академ. часов			
		Всего	Лекции	Практ. занятия	Самост. работа
1	Раздел 1. Выполнение научных исследований.	84	-	60	24
2	Раздел 2. Подготовка научного доклада и презентации.	24	-	12	12
	ИТОГО	108	-	72	36

4.2 Содержание разделов практики

Раздел 1. Выполнение научных исследований.

Составление программы исследования. Структура и содержание основных разделов отчета о научно-исследовательской работе.

Формулирование целей и задач исследования; составление аналитического обзора по теме исследования; выбор эффективных методов и методик достижения желаемых результатов исследования.

Проведение соответствующих экспериментов для получения практических результатов; анализ, интерпретация и обобщение результатов исследования;

формулировка выводов; написание отчета.

Раздел 2. Подготовка научного доклада и презентации. Составление плана доклада. Оформление презентации. Определение тайминга доклада.

5 СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

№	В результате освоения практики студент должен	Разделы	
		1	2
Знать:			
1	– порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области;	+	
2	– теоретические основы роста монокристаллов, получения материалов электроники и изделий из них, применять эти знания на практике;	+	
3	– свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения научно-исследовательских задач;	+	+
Уметь:			
4	– осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;	+	+
5	– работать на современных приборах, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты;	+	+
6	– применять теоретические знания, полученные при изучении естественно-научных дисциплин для анализа экспериментальных данных;	+	+
Владеть:			
7	– способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ;	+	+
	– способностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.	+	+
Профессиональные компетенции:			
10	– способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);	+	+
	– готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования (ПК-2);	+	+

	– готовностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности (ПК-3);	+	+
	– способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-4);	+	+
	– способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест (ПК-5)	+	+
	– способностью налаживать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств (ПК-6);	+	+
	– способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта	+	+
	– готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования (ПК-8);	+	+
	– способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования (ПК-9);	+	+
	– способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа (ПК-10);	+	+
	– способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса (ПК-11);	+	+
	– способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-16);	+	+
	– готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов (ПК-17);	+	+
	– готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-18);	+	+
11	– готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного	+	+

	направления (ПК-19);		
	– готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-20).	+	+

6 ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1 Практические занятия

Учебным планом практики предусмотрены практические занятия в объеме 72 акад.ч (7 семестр). Практические занятия состоят в выполнении обучающимся в бакалавриате научно-исследовательской работы по индивидуальной тематике.

Примерный перечень тем научно-исследовательских работ

Результаты научно-исследовательской работы оформляются обучающимся в виде отчета, презентации и представляются в форме устного доклада.

1. Исследования термометрических свойств некоторых кислородсодержащих люминофоров, активированных Mn^{4+}
2. Выращивание профилированных монокристаллов вольфрамата бария
3. Изучение условий образования кристаллов андрагита
4. Матированные поверхности как новейшее направление в технологии обработки ювелирных камней
5. Исследование влияния низкочастотных вибраций на гидродинамику расплава при росте кристаллов нитрата натрия методом Бриджмена
6. Фианиты с эффектом смены цвета
7. Выращивание и исследование лазерных кристаллов со структурой шеелита, активированных ионами Er^{3+} , Yb^{3+} , Ce^{3+}
8. Получение и исследование слоев нитрида кремния и оксида кремния в производстве МОП СБИС
9. Исследование люминесцентных свойств некоторых люминофоров, активированных Pr^{3+}
10. Измерение теплопроводности поликристаллических алмазных пленок лазерным флэш-методом
11. Исследование влияния низкочастотных вибраций на рост кристаллов $PbTe$
12. Геммологические особенности синтетического аметиста
13. Выращивание монокристаллов хризолитов
14. Влияние нестехиометрии на свойства кристаллов $PbTe$, выращенных методом Бриджмена при низкочастотном вибрационном воздействии на расплав
15. Нерадиационное облагораживание топаза и его геммологические характеристики
16. Синтез и исследование ZnS – люминофоров с белым цветом свечения
17. Изучение свойств кристаллов германосилленита, легированного ионами Cr^{3+}
18. Влияние нестехиометрии на свойства кристаллов $CdTe$, выращенных методом Бриджмена при низкочастотном вибрационном воздействии на расплав
19. Синтез и рост карбида кремния

20. Синтез и исследование стеклокерамики на основе LiGaSiO_4 и LiAlGeO_4 , легированной ионами Cr^{4+}
21. Технология получения кварцевых волоконных световодов с дырчатой структурой оболочки
22. Исследование свойств ZnS^*Bi люминофоров
23. Физико-химические основы облагораживания нефрита и его геммологические характеристики
24. Получение гранулированных порошков для выращивания кристаллов методом Вернейля.
25. Изучение свойств $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}:\text{Fe}^{3+}$.
26. Рост и свойства монокристаллов $\text{GdCa}_4\text{O}(\text{BO}_3)_3 : \text{Er}, \text{Yb}$.
27. Исследование процесса автолегирования при эпитаксии высокоомных слоев на низкоомных подложках кремния.
28. Влияние облучения на свойства германосилленита, легированного Cr^{3+} .
29. Рост кристаллов фторида свинца методом Бриджмена при введении НЧ аксиальных вибраций в расплав.
30. Исследование процессов лазерного травления поверхности калий-титонилфосфата в технологии создания периодически поляризованных структур.
31. Получение хризопразового цвета в натуральных халцедонах методом химического окрашивания.
32. Импрегнирование природного изумруда.
33. Синтез стеклокерамики на основе сложных силикатов, легированных Cr^{4+} .
34. Выращивание кристалла рубидия гексогидрата сульфата никеля и изучение его свойств.
35. Синтез углеродных нанотрубок каталитическим пиролизом жидких углеводородов.
36. Термометрические свойства некоторых люминофоров на основе ZnS .
37. Рост кристаллов теллурида кадмия методом Бриджмена при введении НЧ аксиальных вибраций в расплав.
38. Исследование и получение нанокристаллов оксида иттрия и твердых растворов на его основе методом «мягкой химии».
39. Особенности термообработки оранжево-красных сапфиров Мадагаскара
40. Получение и исследование свойств кристаллов гроссуляра
41. Исследование радиационного воздействия на кристаллы форстерита.
42. Модифицирование окраски ювелирного сподумена γ -облучением
43. Нестехиометрия теллурида цинка
44. Получение прекурсоров оксида иттрия и алюмоиттриевого граната методом «мягкой химии»
45. Исследование возможности считывания поврежденной информации на твердотельных полупроводниковых носителях помощью атомно-силовой микроскопии
46. Влияние γ -облучения на свойства твердых растворов в системе $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20} - \text{Bi}_{24}\text{Fe}_2\text{O}_{39}$
47. Разработка методики анализа топологии образцов интегральных микросхем методом растровой электронной микроскопии
48. Прецизионное электрографическое изучение электронной структуры и электростатического потенциала во флюорите

49. Формирование изображений в ювелирном топазе с помощью лазерного излучения
50. Химическое тонирование пресноводного культивируемого жемчуга органическими красителями.
51. Получение стеклокристаллических структур в системе $\text{Bi}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$.
52. Исследование топологии интегральных микросхем методом послойного плазмохимического травления.
53. Получение мелкодисперсного порошка оксида алюминия методом седиментации
54. Выращивание монокристаллов для изготовления световых фильтров на основе водорастворимых солей Ni.
55. Исследование процесса полирования кварца с помощью реагента «Полярит»
56. Выращивание и исследование новых лазерных кристаллов двойных молибдатов и вольфраматов
57. Получение ультрадисперсных порошков оксида иттрия для прозрачной керамики
58. Рост кристаллов теллурида кадмия методом Бриджмена при введении НЧ аксиальных вибраций в расплав.
59. Разработка основ технологии сплавов золота черного цвета для ювелирных целей
60. Синтез и исследование прозрачной стеклокерамики на основе $\text{LiGaSiO}_4:\text{Cr}$

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по практике не предусмотрены.

7 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

На «Производственную практику: научно-исследовательскую работу» учебным планом выделено 36 акад. часов самостоятельной работы. Самостоятельная работа предусматривает следующие виды:

1. поиск и изучение научно-технической информации по теме индивидуального задания;
2. составление краткого обзора литературы по теме исследования индивидуального задания;
3. обработка, анализ, интерпретация, обобщение экспериментальных результатов.

8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИКИ

Комплект оценочных средств по Производственной практики: научно-исследовательской работе предназначен для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы, в том числе рабочей программы НИР. А также для оценивания результатов обучения: знаний, умений, владений и уровня приобретенных компетенций.

Комплект оценочных средств по НИР включает:

- оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в форме устного опроса, позволяющего оценивать и диагностировать знание фактического материала, умение правильно использовать специальные термины и понятия, планировать и выполнять научное исследование;
- оценочные средства для проведения итогового контроля в форме зачёта.

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения практики

Контрольные работы проводятся в форме устного опроса по теме научно-исследовательской работы. Максимальная оценка за каждую работу – 20 баллов.

Контрольная работа № 1

Максимальная оценка – 20 баллов

- Представление программы научного исследования.
- Основные достижения науки и производства по теме исследования.
- Актуальность выполняемой работы.
- Обоснование выбора и характеристика применяемых методов исследования.
- Предполагаемые научные и практические результаты выполняемого исследования.

Контрольная работа № 2

Максимальная оценка – 20 баллов

- Контроль выполнения программы научно-исследовательской работы.
- Анализ аналитического обзора по теме исследования.
- Необходимость корректировки темы и методов выполняемого исследования.
- Анализ полученных научных результатов.
- Графическое представление результатов эксперимента.

Контрольная работа № 3

Максимальная оценка – 20 баллов

- Соответствие содержания отчета программе исследования.
- Качество оформления отчета.
- Содержание презентации научно-исследовательской работы.

8.2. Итоговый контроль освоения практики (Зачет с оценкой)

Итоговый контроль освоения практики включает представление отчета по научно-исследовательской работе, устный доклад, презентацию результатов научного исследования и ответы на вопросы по теме работы.

Максимальная оценка на зачете – 40 баллов.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения практики

Поскольку учебный план в качестве итогового контроля освоения практики предусматривает представление отчета по выполненной научно-исследовательской работе и устный доклад по ней, то вопросы по работе формируются во время выступления обучающегося с учетом темы работы, представленных экспериментальных данных и формы представления отчета.

8.4. Структура и примеры билетов

Итоговый контроль освоения практики включает представление отчета по научно-исследовательской работе, устный доклад, презентацию результатов научного исследования и ответы на вопросы по теме работы, поэтому билеты для итогового контроля не формируются.

9 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

9.1 Рекомендуемая литература

А) Основная литература:

1. Высокочистые вещества. Коллектив авторов. М., Научный мир, 2018, 996 с.
2. А.Ю. Зиновьев, А.Г. Чередниченко, И.Х. Аветисов Технология органических электролюминесцентных устройств. Технологические процессы. Учебное пособие. М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. 64с.
3. А.Ю.Зиновьев, А.Г.Чередниченко, И.Х.Аветисов Технология органических электролюминесцентных устройств. Теоретические основы и материалы. Учебное пособие. М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2010. 62с.
4. А.Ю.Зиновьев, И.Х.Аветисов, А.Г.Чередниченко Технология органических электролюминесцентных устройств. Гетероструктуры. Учебное пособие. М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2011. 63с.
5. И.Х.Аветисов, Е.Н. Можевитина, О.Б. Петрова. Построение Р-Т-х диаграмм фазовых равновесий. Задачник, М., РХТУ, 2014, 68 с.
6. И.Х.Аветисов, Е.Н. Можевитина О.Б. Петрова, Построение Р-Т-х диаграмм фазовых равновесий. Задачник, М., РХТУ, 2014, 68 с.
7. Н.Г. Горашенко, О.Б. Петрова, И.В. Степанова. Методы исследования материалов электронной техники и наноматериалов. Лабораторный практикум: учеб. пособие / – М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2012. – 94 с.
8. Глазачев, А.В. Физические основы электроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Глазачев, В.П. Петрович. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2013. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/45131>. — Загл. с экрана.

9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации

Журналы

1. Квантовая Электроника. ISSN 0368-7147.
2. Оптика и спектроскопия ISSN 0030-4034
3. Физика твердого тела. ISSN 0367-3294
4. Оптический журнал. ISSN 1023-5086
5. Современная электроника. (ООО "СТА-пресс")
6. Компоненты и технологии ISSN 2079-6811
7. Фотоника ISSN 1993-7296
8. Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники ISSN 1609-3577
9. Лазерная техника и оптоэлектроника
10. Advanced optical materials ISSN 2195-1071
11. Optical and quantum electronics ISSN 0306-8919
12. Optical materials ISSN 0925-3467
13. Applied physics B: Lasers and optics ISSN 0946-2171
14. Laser physics ISSN 1054-660x
15. Electronics letters ISSN 0013-5194

16. Advanced materials for optics and electronics ISSN 1057-9257
17. Advanced electronic materials ISSN 2199-160x
18. Russian microelectronics ISSN 0098-6658

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

- <https://intellect.ml/category/electronica-i-fotonika> - Электроника и фотоника
 - <http://www.portalnano.ru/> - Нанотехнологии и наноматериалы. Федеральный интернет-портал
 - <http://www.laser-portal.ru> - Лазерный Портал
 - www.centerprioritet.ru – СМЦ «Приоритет» - техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания
 - <http://nano-portal.ru/> - Нано Портал - Нанотехнологии России
 - <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx> - Scientific research. Open Access
 - <http://www.intechopen.com/> - In Tech. Open Science
 - <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета.
- Поиск книг и журналов
- <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
 - <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
 - <http://lib.msu.su> - Научная библиотека Московского государственного университета
 - <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
 - <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
 - <http://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах
 - <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
 - <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека

9.3 Средства обеспечения освоения практики

Для реализации данного курса подготовлены следующие средства обеспечения освоения практики:

- перечень тем научно-исследовательских работ (общее число тем – 60);

Для освоения практики используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 05.04.2019).
- Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/93/91/5> (дата обращения: 05.04.2019).
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 04.04.2019).

При освоении практики студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

- Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 01.04.2019).
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 01.04.2019).
- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://i-exam.ru/> (дата обращения: 01.04.2019).

10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося направлены на повышение ритмичности и эффективности его работы по прохождению практики.

«Производственная практика: научно-исследовательская работа» включает 2 раздела, каждый из которых имеет определенную логическую завершенность.

Научно-исследовательская работа начинается с выбора темы и составления программы исследования. Структуру и краткое содержание основных разделов работы планирует руководитель НИР. Контроль за выполнением плана работы осуществляется руководителем и на контрольных точках.

Обучающийся бакалавриата на основании изучения научно-технической литературы формулирует цель и задачи исследования. При составлении аналитического обзора по теме исследования следует пользоваться информацией, в том числе и из периодических источников.

Выбор эффективных методов и методик достижения желаемых результатов исследования обучающийся выбирает самостоятельно и обсуждает с руководителем НИР.

Проведение соответствующих экспериментов для получения практических результатов; анализ, интерпретация и обобщение результатов исследования; формулировка выводов обучающийся проводит самостоятельно.

Рабочая программа практики «Производственная практика: научно-исследовательская работа» предусматривает подготовку и написание отчета по самостоятельно выполненной научной работе по выбранной теме. В отчет включаются сведения для составления аналитического обзора по теме НИР, а также полученные в ходе научно-исследовательской работы систематизированные экспериментальные данные.

При подготовке отчета обучающийся приобретает навыки работы с информационными ресурсами, опыт выполнения научных экспериментов с привлечением различных методов исследования, изложения, анализа и обобщения результатов исследования, формулирования выводов по работе, знакомство с правилами оформления научных отчетов.

При оформлении отчета о научном исследовании следует ориентироваться на требования ГОСТ 7.32 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

Совокупная оценка текущей работы обучающегося в семестре складывается из оценок за выполнение контрольных работ (собеседований). Максимальная оценка текущей работы в семестре составляет 60 баллов.

В соответствии с учебным планом изучение практики завершается промежуточным контролем в форме зачета с оценкой. Максимальная оценка на зачете составляет 40 баллов. На зачет обучающийся представляет подготовленный отчет о НИР в форме пояснительной записки, презентацию и устный доклад, затем отвечает на вопросы по теме представленной НИР.

Доклад, презентация, ответы на вопросы оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка отчета НИР (реферата) составляет 40 баллов.

Общая оценка результатов освоения практики складывается из числа баллов, набранных в семестре и полученных на зачете. Максимальная общая оценка по практике составляет 100 баллов.

11 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Практика «Производственная практика: научно-исследовательская работа» проходит в 7 семестре бакалавриата.

При подготовке и проведении занятий преподаватель должен ориентироваться на то, что студенты, обучающиеся в бакалавриате, имеют общую подготовку по общенаучным, общинженерным практикам и основным профессиональным практикам профиля, в объеме, предусмотренном учебным планом бакалавриата, а также опыт восприятия и конспектирования изучаемого материала. В связи с этим материал практики должен опираться на полученные знания и быть ориентирован на их расширение и углубление в соответствии с современными теоретическими представлениями и технологическими новациями. Обучение студентов по данной практике организовано в виде практических занятий.

Основной задачей преподавателей, руководящих НИР, является выработка у обучающихся навыков выполнения научно-исследовательской работы и обобщения и обработки полученных результатов.

Научный руководитель НИР:

- совместно с обучающимся составляет программу научно-исследовательской работы и устанавливает календарные сроки ее проведения;
- согласовывает график проведения научно-исследовательской работы и осуществляет систематический контроль за ходом ее выполнения;
- рекомендует обучающимся ознакомление с публикациями в периодических журналах и Интернет-ресурсах;
- оказывает помощь по вопросам, связанным с прохождением научно-исследовательской работы и оформлением отчета;
- участвует в работе комиссии по защите отчетов студентов по НИР.

Выдавая задание с указанием темы научного исследования, направленного на решение конкретных научных задач по получению новых материалов электроники и фотоники изучению их свойств, преподавателю необходимо уделить внимание следующим вопросам:

- постановке цели и определению задач исследования;
- выбору методов исследования для решения конкретных научных задач.

Необходимо обратить внимание на составление программы исследования и содержание основных разделов отчета о выполнении научно-исследовательской работы. Помочь обучающимся сформулировать цель и задачи исследования.

Следует уделить особое внимание анализу, интерпретации и обобщению результатов исследования; формулированию выводов по работе.

12 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева обеспечивает информационную поддержку всем направлениям деятельности

университета, содействует подготовке высококвалифицированных специалистов, совершенствованию учебного процесса, научно-исследовательской работы, способствует развитию профессиональной культуры будущего специалиста.

ИБЦ университета обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по всем практикам основной образовательной программы и гарантирует возможность качественного освоения обучающимися образовательной программы по направлению 18.03.01 Химическая технология.

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2018 составляет 1 703 196 экз.

Фонд учебной и учебно-методической литературы укомплектован печатными и электронными изданиями из расчета 50 экз. на каждые 100 обучающихся, а для практик вариативной части образовательной программы – 25 экз. на одного обучающегося.

Фонд дополнительной литературы включает помимо учебной литературы официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания.

Информационно-библиотечный центр обеспечивает самостоятельную работу студентов в читальных залах, предоставляя широкий выбор литературы по актуальным направлениям, а также обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым практикам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором
1	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-827/2018 от 26.09.2018 г. Сумма договора – 357 000-00 С «26» сентября 2018г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань" — ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в которых интегрированы бесплатные сервисы для незрячих студентов и синтезатор речи. Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»- КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет),

	ЭБС «ЛАНЬ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г. Сумма договора – 642 083-68 С «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера	«Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва "Лань", Национальный Открытый Университет"ИНТУИТ", "Инженерно-технические науки" изд-ва "Лань". Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», Национальный Открытый Университет«ИНТУИТ», Инженерно-технические науки" изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» изд-ва Дашков и К. А также отдельные издания в соответствии с Договором.
2.	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеев а (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	ЭБС «Научно- электронная библиотека eLibrary.ru».	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ», договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г. Сумма договора - 934 693-00 С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Электронные версии периодических и непериодических изданий по различным отраслям науки
4	Издательство Wiley	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Wiley/130 от 10.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.

		пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	
5	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Reaxys /130 от 10.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
6	Scopus	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Scopus/130 от 09.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.scopus.com. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Мультипрактикарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER
7	Ресурсы международно й компании Clarivate Analytics	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № WoS/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.

8	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество)	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № RSC/130 от 08.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.
9	База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № CAS/130 от 23.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://scifinder.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.	SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных практик, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.
10	Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ № исх.- 1294 от 09 10 2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.	«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2014-2018гг.
11	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-1299/2018 от 06.03.2019 г. С «06» марта 2019г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Сумма договора – 73 247-39 Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция книг по естественно-научным и техническим отраслям наукам.

12	ЭБС «ЮРАЙТ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора – ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ», Договор № №29.01-3-2.0-1168/2018 от 11.01.2019 г. С «11» января 2019 г. по «10» января 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС - https://biblio-online.ru/ Сумма договора – 220 000-00 руб. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

13 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

В соответствии с учебным планом занятия по Производственной практике: научно-исследовательской работе проводятся в форме практических занятий.

13.1 Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

Лаборатории кафедры химии и технологии кристаллов, оснащенные научным и технологическим оборудованием для проведения научных исследований:

- микроскопы МИН-8, МИС-11, МИИ-4, полярископ ПКС-500, микротвердомер ПМТ-3, рефрактометры Аббе, вытяжной шкаф, наборы иммерсионных жидкостей ИЖ-1, химическая посуда, наборы препаратов, предметные и покровные стекла.
- печи высокотемпературные
- спектрофотометр UNICO-2800, установка для вакуумного напыления УВН-74
- оборудование по синтезу неорганических полупроводников
- оборудование для резки, шлифовки, полировки кристаллов.
- ростовые установки
- коллекции минералов, шлифовальные и полировальные станки, биноккулярный микроскоп, лупы, геологический рефрактометр
- стенды для исследования послесвечения люминофоров, феррограф, стенды для исследования стабилитронов, стенды для исследования характеристик лазеров, LCR-метр, стенд для исследования характеристик источников освещенности.

Библиотека, имеющая рабочие компьютерные места для студентов, оснащенные компьютерами с выходом в Интернет и доступом к базам данных.

13.2 Учебно-наглядные пособия

Иллюстрации к практическим занятиям.

13.3 Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

13.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

Информационно-методические материалы: учебные пособия по практике.

Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедра библиотека электронных изданий.

13.5 Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Операционная система Microsoft Windows 10 Education (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching , соглашение от 31.01.2019 ИСМ-169788 , номер подписки IM91021 , действительно до 30.01.2021 , счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021
2	Microsoft Visio Professional 2019 (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching , соглашение от 31.01.2019 ИСМ-169788 , номер подписки IM91021 , действительно до 30.01.2021 , счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021
4	Антиплагиат.ВУЗ	Контракт от 14.06.2019 № 40-45Э/2019	не ограничено, лимит проверок 6000	14.06.2020

14 ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Выполнение научных исследований.	<i>Знает:</i> - порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области; - теоретические основы роста монокристаллов, получения материалов электроники и изделий из них, применять эти знания на практике; - свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения научно-исследовательских	Оценка за контрольные работы №1, 2 Оценка на зачете.

	задач; <i>Умеет:</i> - осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий; - работать на современных приборах, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты; - применять теоретические знания, полученные при изучении естественно-научных дисциплин для анализа экспериментальных данных; <i>Владеет:</i> - способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ; - способностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.	
Раздел 2. Подготовка научного доклада и презентации.	<i>Знает:</i> - свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения научно-исследовательских задач; <i>Умеет:</i> - осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по профилю выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий; - работать на современных приборах, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты; - применять теоретические знания, полученные при изучении естественно-научных дисциплин для анализа экспериментальных данных; <i>Владеет:</i>	Оценка за контрольную работу №3. Оценка на зачете.

	- способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ; - способностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.	

15 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);

Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Дополнения и изменения к рабочей программе
«Производственная практика: научно-исследовательская работа»
основной образовательной программы

18.03.01 «Химическая технология»

Профиль – «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и
наноэлектроники»

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата»

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения, договоров с ЭБЦ и информационных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 1 от «31» августа 2019 г
2.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

—

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор РХТУ им. Д.И. Менделеева

_____ А.Г.Мажуга

« _____ » _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**«Производственная практика: практика по получению
профессиональных умений и опыта профессиональной
деятельности»**

(Б2.П.1)

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

**Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной
техники и нанoeлектроники»**

Квалификация «бакалавр»

Программа одобрена
Методической секцией Ученого Совета
РХТУ им. Д.И. Менделеева
« 31 » мая 2019 г.

Председатель _____ Н.А.Макаров

Москва 2019 г.

Программа составлена:

доцентом кафедры химии и технологии кристаллов, к.х.н., доцентом О.Б. Петровой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии кристаллов РХТУ им.Д.И. Менделеева «21» мая 2019 г., протокол № 13.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Цели и задачи практики.....	4
2 Требования к результатам освоения практики.....	4
3 Объем практики и виды учебной работы.....	6
4 Содержание практики.....	6
4.1 Разделы практики.....	6
4.2 Содержание разделов практики	7
5 Соответствие содержания практики требованиям к результатам ее освоения.....	7
6 Самостоятельная работа.....	9
7 Оценочные средства для контроля освоения практики	9
7.1 Требования к отчету о прохождении производственной практики.....	10
7.2 Примерная тематика индивидуальных заданий	11
7.3 Перечень контрольных вопросов при итоговом опросе о прохождении практики	14
8 Учебно-методическое обеспечение практики.....	18
8.1 Рекомендуемая литература.....	18
8.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации.....	18
8.3 Средства обеспечения освоения практики.....	19
9 Методические рекомендации для обучающихся.....	19
10 Методические рекомендации для преподавателей.....	20
11 Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе.....	20
12 Материально-техническое обеспечение практики.....	23
13 Требования к оценке качества освоения программы.....	23
14 Рекомендации по реализации производственной практики для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	25

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРАКТИКИ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники», рекомендациями методической комиссии и накопленного опыта проведения производственной практики кафедрой химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Цель Производственной практики: практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности – практическое изучение технологических циклов производства материалов электроники и фотоники, структуры предприятия, методов и особенностей управления производственным процессом. Формирование у обучающегося способности осуществлять технологический процесс производства материалов в соответствии с регламентом.

Основной задачей производственной практики является формирование у обучающихся компетенций, связанных с целостным представлением о технологиях производства материалов электроники и фотоники, организацией и структурой предприятий по их производству, способности и готовности осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для контроля основных параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, работой с нормативно-технической документацией.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Производственной практики: практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности при подготовке бакалавров по направлению 18.03.01 «Химическая технология»; профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» способствует освоению следующих компетенций профессиональных компетенций: ПК-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 17, 18, 19, 20.

В результате прохождения практики обучающийся должен

Знать:

- технологические процессы и основное технологическое оборудование, используемое в производстве материалов электроники и фотоники;
- основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции;
- основные нормативные документы по стандартизации и сертификации продукции предприятий по производству материалов электроники;
- правила техники безопасности и производственной санитарии; организационную структуру предприятия;

Уметь:

- использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции предприятий по производству материалов электроники;
- анализировать техническую документацию, реализовывать на практике требования нормативной документации.

Владеть:

- методами проектирования технологических линий и подбора технологического оборудования, методами управления технологическими процессами производства;

— способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.

3. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Практика проводится в 6 семестре. Контроль освоения студентами материала курса осуществляется путем проведения зачета с оценкой.

Вид учебной работы	В зачетных единиц.	В академ. часах
Общая трудоемкость практики по учебному плану	3	108
Самостоятельная работа (СР):	3	108
Посещение предприятий	1,0	36
Работа на предприятии по индивидуальному заданию	1,5	54
Подготовка и сдача отчета по практике	0,5	17,8
Контактная самостоятельная работа		0,2
Вид итогового контроля: зачет с оценкой	-	-

Вид учебной работы	В зачетных единиц.	В астроном. часах
Общая трудоемкость практики по учебному плану	3	81
Самостоятельная работа (СР):	3	81
Посещение предприятий	1,0	27
Работа на предприятии по индивидуальному заданию	1,5	40,5
Подготовка и сдача отчета по практике	0,5	13,35
Контактная самостоятельная работа		0,15
Вид итогового контроля: зачет с оценкой	-	-

4. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

4.1. Разделы

Раздел	Раздел практики	Самостоятельная работа, часов
Раздел 1	Ознакомление с технологией производства монокристаллов, материалов электроники.	36
Раздел 2	Изучение основных технологических процессов, параметров и методов их регулирования на конкретном предприятии по производству монокристаллов, материалов электроники. Выполнение индивидуального задания.	54
Раздел 3	Систематизация материала, подготовка отчета.	18
	Всего часов	108

4.2. Содержание разделов практики

Раздел 1. Ознакомление с технологией производства монокристаллов, материалов электроники;

Ознакомление с технологией производства монокристаллов, материалов электроники осуществляется в виде экскурсий на предприятия соответствующего профиля. При посещении предприятия и ознакомления с его деятельностью обучающийся должен собрать материал, необходимый для подготовки отчета по практике.

Отчет по практике включает:

- историческую справку о предприятии;
- номенклатуру выпускаемой продукции;
- виды и нормы расхода сырьевых материалов;
- описание основных технологических переделов производства;
- методы и формы контроля технологических процессов;
- мероприятия по устранению отклонений (нарушений) режимных параметров работы оборудования и технологических процессов.

Раздел 2. Изучение основных технологических процессов, параметров и методов их регулирования на конкретном предприятии по производству монокристаллов, материалов электроники. Выполнение индивидуального задания.

Практическое освоение технологических процессов на конкретном предприятии обучающийся осуществляет в соответствии с индивидуальным заданием по практике, которое включает:

- изучения основных свойств и области применения выпускаемой продукции;
- требования ГОСТ Р и другой нормативной документации к качеству выпускаемой продукции;
- изучение сырьевых материалов и методов входного контроля;
- изучение параметров технологического процесса, предусмотренных в регламенте, и методов его контроля;
- подробное описание вида и типа оборудования для осуществления конкретного технологического процесса;
- действия обслуживающего персонала при чрезвычайных ситуациях.

При выполнении индивидуального задания студент должен собрать материалы по физико-химическим свойствам материалов, выпускаемых предприятием, структуре предприятия, методам управления, системе сбыта готовой продукции.

Раздел 3. Обобщение и систематизация данных по структуре, технологии производства, применяемому оборудованию, выпускаемой предприятием продукции, методам и формам контроля продукции. Поиск и сбор недостающих данных. Подготовка и написание отчета. Подготовка и написание отчета по выполнению индивидуального задания.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПРАКТИКИ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

Компетенции	Раздел		
	1	2	3
Знать:			
– технологические процессы и основное технологическое оборудование, используемое в производстве материалов электроники и фотоники;	+	+	+

– основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции;	+	+	+
– основные нормативные документы по стандартизации и сертификации продукции предприятий по производству материалов электроники;	+	+	+
– правила техники безопасности и производственной санитарии; организационную структуру предприятия;	+	+	+
Уметь:			
– использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции предприятий по производству материалов электроники;	+		
– анализировать техническую документацию, реализовывать на практике требования нормативной документации.		+	+
Владеть:			
– методами проектирования технологических линий и подбора технологического оборудования, методами управления технологическими процессами производства;	+	+	+
– способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.	+	+	+
Профессиональные компетенции:			
– способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);	+	+	+
– готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования (ПК-2);	+	+	+
– готовностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности (ПК-3);	+	+	+
– способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-4);	+	+	+

– способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест (ПК-5);	+	+	+
– способностью наладивать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств (ПК-6);	+	+	+
– способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта (ПК-7);	+	+	+
– готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования (ПК-8);	+	+	+
– способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования (ПК-9);	+	+	+
– способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа (ПК-10);	+	+	+
– способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса (ПК-11);	+	+	+
– готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов (ПК-17);	+	+	+
– готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-18);	+	+	+
– готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления (ПК-19);	+	+	+
– готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-20).	+	+	+

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности проводится в форме самостоятельной работы обучающегося на предприятиях, с которыми заключены соответствующие договора (ИОФ

им. А.М. Прохорова РАН, ФИРЭ РАН, НИЦ «Кристаллография и фотоника») под руководством руководителя практики от Предприятия в объеме 108 академических часов.

К прохождению производственной практики на территории предприятия допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности, внутреннему распорядку предприятия и прослушавшие лекции о структуре завода и организации производственного процесса. Регламент практики определяется и устанавливается в соответствии с учебным планом.

7. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Итоговая оценка по практике (зачет с оценкой, максимальная оценка – 100 баллов) выставляется студенту по итогам написания отчета о прохождении практики (максимальная оценка за отчет о прохождении производственной практики – 30 баллов), отчета о выполнении индивидуального задания (максимальная оценка за отчет о выполнении индивидуального задания – 30 баллов) и итогового опроса студента (максимальная оценка за итоговый зачет – 40 баллов).

7.1. Примерный перечень тем индивидуальных заданий

1. Краткий реферат на тему выращивания кристаллов иттрий-алюминиевого граната ($Y_2Al_5O_{12}$)
2. Краткий реферат на тему выращивания кристаллов лейкосапфира (Al_2O_3) и рубина ($Al_2O_3:Cr$)
3. Краткий реферат на тему выращивания кристаллов кварца (SiO_2)
4. Краткий реферат на тему выращивания кристаллов кремния (Si)
5. Краткий реферат на тему выращивания кристаллов фианитов ($ZrO_2 - Y_2O_3$)
6. Краткий реферат на тему выращивания кристаллов форстерита (Mg_2SiO_4)
7. Краткий реферат на тему выращивания кристаллов флюорита (CaF_2)
8. Краткий реферат на тему выращивания кристаллов дигидрофосфата калия KDP (KH_2PO_4)
9. Краткий реферат на тему выращивания кристаллов арсенида галлия (GaAs)
10. Краткий реферат на тему выращивания кристаллов иттрий-литиевого фторида ($YLiF_4$)
11. Краткий реферат на тему выращивания кристаллов калий-гадолиниевого вольфрамата ($KGd(WO_4)_2$)
12. Краткий реферат на тему выращивания кристаллов теллурида кадмия (CdTe)
13. Краткий реферат на тему выращивания кристаллов частично стабилизированного диоксида циркония ЧСЦ ($ZrO_2 - Y_2O_3$)
14. Краткий реферат на тему выращивания кристаллов ниобата лития ($LiNbO_3$)
15. Краткий реферат на тему выращивания кристаллов гадолиний-скандий-галлиевого граната ГСГГ ($Gd_3Sc_2Ga_3O_{12}$)
16. Краткий реферат на тему выращивания кристаллов ванадата иттрия (YVO_4)
17. Краткий реферат на тему выращивания кристаллов селенида цинка (ZnSe)
- 18.
19. Краткий реферат на тему выращивания кристаллов германия (Ge)
- 20.

21. Краткий реферат на тему выращивания кристаллов бората бария α -BBO и β -BBO (BaB_2O_4)
22. Краткий реферат на тему выращивания кристаллов трибората лития LBO (LiB_3O_5)
23. Краткий реферат на тему выращивания кристаллов титаната бария (BaTiO_3)
24. Краткий реферат на тему выращивания кристаллов фторида бария (BaF_2)
25. Краткий реферат на тему выращивания кристаллов антимонида индия (InSb)
26. Краткий реферат на тему выращивания кристаллов карбида кремния (SiC)

Максимальное количество баллов, которые обучающийся может получить при представлении отчета – 60.

7.1 Требования к отчету о прохождении производственной практики

Отчет о прохождении Производственной практики: практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности выполняется студентом во время прохождения практики в соответствии с календарным учебным графиком рабочего учебного плана подготовки бакалавров.

Отчет о прохождении производственной практики должен содержать следующие основные разделы:

- Титульный лист с наименованием вида практики и названия предприятия – места прохождения практики;
 - Содержание отчета;
 - Цели и задачи производственной практики;
- Часть 1.

- Краткая историческая справка о предприятии – места прохождения практики;
- Ассортимент и объемы продукции, производимой предприятием, с указанием нормативных документов и сертификатов на выпускаемую продукцию;
- Структура предприятия, основные производственные цеха и отделы;
- Технологический контроль, контроль качества выпускаемой продукции с указанием нормативных документов, по которым производится контроль качества продукции;
- Мероприятия по защите окружающей среды, осуществляемые предприятием;
- Мероприятия по охране труда, технике безопасности и производственной санитарии на предприятии;
- Часть 2. Индивидуальное задание.
 - Основные свойства указанного кристалла (структура, плотность, твердость, диапазон прозрачности, показатель преломления, температура плавления, теплопроводность, растворимость и т.д.)
 - Область применения
 - Наличие/отсутствие природных аналогов - минералов
 - Применяемые добавки (активаторы, легирующие добавки)
 - Методы роста, условия роста (атмосфера, тигли и т.д.)
- Список источников информации для подготовки отчета.

Отчет о прохождении й практики выполняется с помощью персонального компьютера на листах формата А4, поля – стандартные, шрифт – Times New Roman, 12, через 1,5 интервала. Желательно иллюстрировать текстовый материал рисунками и фотографиями, выполненными во время прохождения практики или полученными из сети Интернет.

Объем отчета не должен превышать 50 стр.

7.3. Вопросы для итогового контроля

1. Образование центров свечения в люминофорах
2. Методы получения профилированных монокристаллов
3. Условий образования кристаллов силикатов
4. Химическая стойкость ювелирных камней
5. Влияния разных факторов на гидродинамику расплава при росте кристаллов методом Бриджмена
6. Условия получения фианитов
7. Лазерные среды, активированных ионами Er^{3+} , Yb^{3+} , Ce^{3+}
8. Свойства слоев нитрида кремния
9. Центры свечения в люминофорах, активированных РЗЭ
10. Методы измерения теплопроводности
11. Влияние нестехиометрии на свойства кристаллов
12. Способы получения люминофоров с белым цветом свечения
13. Уровни иона Cr^{3+} в кристаллах и стеклах
14. Уровни иона Cr^{4+} в кристаллах и стеклах
15. Технология получения кварцевых волоконных световодов
16. Физико-химические основы облагораживания волокнистых минералов
17. Выращивание кристаллов методом Вернейля.
18. Уровни иона Fe^{3+} в кристаллах и стеклах
19. Рост и свойства монокристаллов сложных боратов
20. Процесс автолегирования при эпитаксии кремния.
21. Влияние облучения на свойства кристаллов
22. Лазерное травление поверхности калий-титонилфосфата
23. Импрегнирование природных минералов.
24. Синтез стеклокерамики на основе сложных силикатов, легированных Cr^{4+} .
25. Выращивание кристаллов из растворов
26. Синтез углеродных нанотрубок каталитическим пиролизом жидких углеводородов.
27. Термометрические свойства люминофоров.
28. Исследование и получение нанокристаллов оксида иттрия и твердых растворов на его основе методом «мягкой химии».
29. Исследование радиационного воздействия на кристаллы
30. Модифицирование окраски ювелирного сподумена
31. Нестехиометрия теллурида цинка
32. Получение прекурсоров алюмоиттриевого граната методом «мягкой химии»
33. Метод растровой электронной микроскопии
34. Химическое тонирование органическими красителями.
35. Получение стеклокристаллических структур в системе $\text{Bi}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$.
36. Метод послойного плазмохимического травления.

37. Получение мелкодисперсного порошка оксида алюминия методом седиментации
38. Выращивание монокристаллов для изготовления световых фильтров на основе водорастворимых солей Ni.
39. Методы полирования кварца с помощью реагента «Полярит»
40. Получение ультрадисперсных порошков оксида иттрия для прозрачной керамики
41. Методы выращивания кристаллов теллурида кадмия
42. Методы синтеза прозрачной стеклокерамики

7.4. Структура и пример билетов для зачета с оценкой

Зачет с оценкой по «Производственной практики: практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности» включает 2 контрольных вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 20 баллов

Пример билета к зачету с оценкой.

«Утверждаю» Зав.кафедрой _____ 2019 И.Х. Аветисов _____	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра химии и технологии кристаллов
	Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология Профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники»
	Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
Билет № 1 1. Условия получения фианитов 2. Влияние облучения на свойства кристаллов	

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

8.1 Рекомендуемая литература

А) Основная литература:

1. О.Б. Петрова, И.Х. Аветисов, И.В. Степанова. Методические указания по выполнению расчетов технологических процессов в производстве материалов электроники и нанoeлектроники: учебно-методическое пособие (учебное пособие), РХТУ, 2015, Москва, ISBN 978-5-7237-1263-8, 60 с.
2. А.Ю. Зиновьев, А.Г. Чередниченко, И.Х. Аветисов. Технология органических электролюминесцентных устройств. Технологические процессы. Учебное пособие. М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2012. 64с.

3. Х.С. Багдасаров. Высокотемпературная кристаллизация из расплава. М.: Физматлит, 2004, 160 с.
4. Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов. М.: Высш.шк.,1990, 423 с.
5. А. А. Майер. Процессы роста кристаллов. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 1999, 176 с.

Б) Дополнительная литература

1. Шаскольская М.П. Кристаллография: Учеб.пособие для втузов.- 2-е изд., перераб.и доп.-М.:Высшая школа,1984.-376 с..
2. Ормонт Б.Ф. Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников: Учеб. пособие для втузов/ Под ред. В.М.Глазова. -М.:Высш.шк.,1982.-528 с.
3. Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения. М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2011 400с
4. Ковтуненко П.В. Физическая химия твердого тела. Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 1993, 352 с.

8.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации

Журналы

1. Квантовая Электроника. ISSN 0368-7147.
2. Оптика и спектроскопия ISSN 0030-4034
3. Физика твердого тела. ISSN 0367-3294
4. Оптический журнал. ISSN 1023-5086
5. Современная электроника. (ООО "СТА-пресс")
6. Компоненты и технологии ISSN 2079-6811
7. Фотоника ISSN 1993-7296
8. Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники ISSN 1609-3577
9. Лазерная техника и оптоэлектроника
10. Advanced optical materials ISSN 2195-1071
11. Optical and quantum electronics ISSN 0306-8919
12. Optical materials ISSN 0925-3467
13. Applied physics B: Lasers and optics ISSN 0946-2171
14. Laser physics ISSN 1054-660x
15. Electronics letters ISSN 0013-5194
16. Advanced materials for optics and electronics ISSN 1057-9257
17. Advanced electronic materials ISSN 2199-160x
18. Russian microelectronics ISSN 0098-6658

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

- <https://intellect.ml/category/electronica-i-fotonika> - Электроника и фотоника
- <http://www.portalnano.ru/> - Нанотехнологии и наноматериалы. Федеральный интернет-портал
- <http://www.laser-portal.ru> - Лазерный Портал
- www.centerprioritet.ru – СМЦ «Приоритет» - техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания
- <http://nano-portal.ru/> - Нано Портал - Нанотехнологии России
- <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx> - Scientific research. Open Access

- <http://www.intechopen.com/> - In Tech. Open Science
- <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета. Поиск книг и журналов
- <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://lib.msu.su> - Научная библиотека Московского государственного университета
- <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
- <http://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах
- <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
- <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека

8.3 Средства обеспечения освоения практики

Для освоения практики используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

– Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 05.04.2019).

– Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/93/91/5> (дата обращения: 05.04.2019).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 04.04.2019).

При освоении практики студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 01.04.2019).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 01.04.2019).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://i-exam.ru/> (дата обращения: 01.04.2019).

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности проводится в 6 семестре в течение 2 недель в форме самостоятельной работы обучающегося на предприятии по производству материалов электроники под руководством руководителя практики от предприятия.

Прохождение практики заканчивается контролем его освоения в форме подготовки и защиты отчёта. Результаты подготовки и защиты отчёта оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка составляет 100 баллов.

Регламент практики определяется и устанавливается в соответствии с учебным планом.

Итоговая оценка по практике (зачет, максимальная оценка – 100 баллов) выставляется студенту по итогам написания отчета о прохождении производственной практики.

Требования к отчету о прохождении производственной практики представлены в разделе 8.3. настоящей программы.

Примерные темы индивидуальных заданий и требования к отчету об их выполнении представлены в разделе 8.1. программы.

Во время прохождения производственной практики обучающиеся должны строго соблюдать все правила и нормы поведения, установленные на предприятии.

Для получения информации, необходимой для подготовки отчета о прохождении практики и выполнения индивидуального задания, обучающиеся должны обращаться к руководителю практики от предприятия, использовать литературу и возможности сети Интернет.

Целью подготовки и защиты отчёта является закрепление полученных знаний по практике, расширение эрудиции и кругозора обучающегося в области химии и химической технологии материалов электроники и фотоники, развитие творческого потенциала и самостоятельного мышления студента.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности в соответствии с учебным планом подготовки по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» изучается в 6-ом семестре.

Основной задачей преподавателей, проводящих производственную практику, является практическое ознакомление обучающихся с процессами производства основных видов материалов электроники и фотоники, структуры предприятий, методов и особенностей управления технологическим процессом и основным технологическим оборудованием, а также формирование у обучающихся профессиональных компетенций, предусмотренных учебным планом.

Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности проводится на предприятиях по производству материалов электроники и фотоники, с которыми Университетом заключен договор на проведение производственной практики.

Перед выездом на практику руководители практики от Университета совместно с руководителем практики от Предприятия распределить студентов по рабочим местам и согласовать календарный план прохождения практики; подготовить индивидуальные задания для студентов; решить, если это необходимо, вопрос обеспечения студентов жильем на время практики. По прибытии на предприятие перед началом работы студенты проходят инструктаж по охране труда, противопожарной безопасности и знакомятся с правилами внутреннего распорядка на предприятии.

Работа практикантов должна контролироваться руководителями практики от предприятия и университета в установленном порядке.

11. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения практики осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по практике. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 составляет 1708373 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым практикам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором

1	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-827/2018 от 26.09.2018 г. Сумма договора – 357 000-00 С «26» сентября 2018г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань" — ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в которых интегрированы бесплатные сервисы для незрячих студентов и синтезатор речи. Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»- КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва "Лань", Национальный Открытый Университет"ИНТУИТ", "Инженерно-технические науки" изд-ва "Лань". Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», Национальный Открытый Университет«ИНТУИТ», Инженерно-технические науки" изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» изд-ва Дашков и К. А также отдельные издания в соответствии с Договором.
	ЭБС «ЛАНЬ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г. Сумма договора – 642 083-68 С «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера	

2.	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru».	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ», договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г. Сумма договора - 934 693-00 С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Электронные версии периодических и неперiodических изданий по различным отраслям науки
4	Издательство Wiley	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Wiley/130 от 10.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.
5	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Reaxys /130 от 10.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.

6	Scopus	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Scopus/130 от 09.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.scopus.com. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Мультипрактикарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER
7	Ресурсы международно й компании Clarivate Analytics	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № WoS/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1lj2TUYmdd7bUatOIJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база данных по медицине.
8	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № RSC/130 от 08.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.

9	База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № CAS/130 от 23.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://scifinder.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.	SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных практик, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.
10	Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ № исх.- 1294 от 09 10 2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.	«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2014-2018гг.
11	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-1299/2018 от 06.03.2019 г. С «06» марта 2019г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Сумма договора – 73 247-39 Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция книг по естественно-научным и техническим отраслям наукам.

12	ЭБС «ЮРАЙТ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора – ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ», Договор № №29.01-3-2.0-1168/2018 от 11.01.2019 г. С «11» января 2019 г. по «10» января 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС - https://biblio-online.ru/ Сумма договора – 220 000-00 руб. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

В соответствии с учебным планом производственная практика проводится в форме самостоятельной работы студента с использованием материально-технической базы Предприятия и Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1	Операционная система Microsoft Windows 10 Education (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching , соглашение от 31.01.2019 ICM-169788 , номер подписки IM91021 , действительно до 30.01.2021 , счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021
2	Microsoft Visio Professional 2019 (Russian)	Подписка Microsoft Azure Dev Tools for Teaching , соглашение от 31.01.2019 ICM-169788 , номер подписки IM91021 , действительно до 30.01.2021 , счет от 31.01.2019 № 9552830795	Подписка не подразумевает количества лицензий	30.01.2021
4	Антиплагиат.ВУЗ	Контракт от 14.06.2019 № 40-45Э/2019	не ограничено, лимит проверок 6000	14.06.2020

13. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1	<i>Знает:</i>	Оценка за отчет о

Ознакомление с технологией производства монокристаллов, материалов электроники.	- технологические процессы и основное технологическое оборудование, используемое в производстве материалов электроники и фотоники; - основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции; - основные нормативные документы по стандартизации и сертификации продукции предприятий по производству материалов электроники; - правила техники безопасности и производственной санитарии; организационную структуру предприятия; Умеет: - использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции предприятий по производству материалов электроники; Владеет: - методами проектирования технологических линий и подбора технологического оборудования, методами управления технологическими процессами производства; - способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.	прохождении производственной практики Оценка за отчет о выполнении индивидуального задания Оценка на зачете
Раздел 2 Изучение основных технологических процессов, параметров и методов их регулирования на конкретном предприятии по производству монокристаллов, материалов электроники. Выполнение индивидуального задания.	Знает: - технологические процессы и основное технологическое оборудование, используемое в производстве материалов электроники и фотоники; - основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции; - основные нормативные документы по стандартизации и сертификации продукции предприятий по производству материалов электроники; - правила техники безопасности и производственной санитарии; организационную структуру предприятия; Умеет: - анализировать техническую	Оценка за отчет о прохождении производственной практики Оценка за отчет о выполнении индивидуального задания Оценка на зачете

	документацию, реализовывать на практике требования нормативной документации. Владеет: - методами проектирования технологических линий и подбора технологического оборудования, методами управления технологическими процессами производства; — - способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.	
Раздел 3 Систематизация материала, подготовка отчета.	Знает: - технологические процессы и основное технологическое оборудование, используемое в производстве материалов электроники и фотоники; - основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции; - основные нормативные документы по стандартизации и сертификации продукции предприятий по производству материалов электроники; - правила техники безопасности и производственной санитарии; - организационную структуру предприятия; Умеет: - анализировать техническую документацию, реализовывать на практике требования нормативной документации. Владеет: - методами проектирования технологических линий и подбора технологического оборудования, методами управления технологическими процессами производства; — - способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.	Оценка за отчет о прохождении производственной практики Оценка за отчет о выполнении индивидуального задания Оценка на зачете

14. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕАЛИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья на основании письменного заявления практика реализуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее индивидуальных особенностей); обеспечивается соблюдение следующих общих требований: использование специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего такому обучающемуся необходимую техническую помощь, обеспечение доступа в здания и помещения, где проходит учебный процесс, другие условия, без которых невозможно или затруднено прохождение практики по письменному заявлению обучающегося.

При реализации практики на основании письменного заявления обеспечивается соблюдение следующих общих требований: проведение практики для студентов-инвалидов лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся; присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего(их) обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей; пользование необходимыми обучающимся техническими средствами с учетом их индивидуальных особенностей.

Все локальные нормативные акты РХТУ им. Д. И. Менделеева по вопросам реализации практики (модуля) практики, доводятся до сведения обучающихся с ограниченными возможностями здоровья в доступной для них форме.

Продолжительность прохождения промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности увеличивается по письменному заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья; продолжительность экзамена и (или) зачета, проводимого в письменной форме, увеличивается не менее чем на 0,5 часа; продолжительность подготовки обучающегося к ответу на экзамене и (или) зачете, проводимом в устной форме, – не менее чем на 0,5 часа; продолжительность ответа обучающегося при устном ответе увеличивается не более чем на 0,5 часа.

Дополнения и изменения к рабочей программе
«Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и
опыта профессиональной деятельности»
основной образовательной программы

18.03.01 «Химическая технология»

Профиль – «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и
наноэлектроники»

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата»

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения, договоров с ЭБЦ и информационных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 1 от «31» августа 2019 г
2.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор РХТУ им. Д.И. Менделеева

_____ А.Г. Мажуга

« _____ » _____ 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ:
ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ,
ВКЛЮЧАЯ ПОДГОТОВКУ К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ПРОЦЕДУРУ
ЗАЩИТЫ (БЗ.Б.01)**

**Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
Профиль подготовки «Химическая технология материалов и приборов
электронной техники и нанoeлектроники»
Квалификация «бакалавр»**

Программа одобрена
Методической комиссией
РХТУ им. Д.И. Менделеева
« 31 » мая 2019 г.

Председатель _____ Н.А. Макаров

Москва 2019 г.

Программа составлена:

доцентом кафедры химии и технологии кристаллов, к.х.н., доцентом О.Б. Петровой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии и технологии кристаллов РХТУ им.Д.И. Менделеева «21» мая 2019 г., протокол № 13.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Цели и задачи государственной итоговой аттестации	4
2	Требования к результатам освоения государственной итоговой аттестации	4
3	Объем государственной итоговой аттестации	7
4	Содержание государственной итоговой аттестации	7
5	Соответствие содержания требованиям к результатам выпускной квалификационной работы	7
6	Самостоятельная работа	10
7	Примеры оценочных средств для контроля освоения государственной итоговой аттестации	10
	7.1 Текущий контроль выполнения ВКР	10
	7.2 Примерная тематика ВКР	10
	7.3 Итоговый контроль ГИА	12
8	Учебно-методическое обеспечение государственной итоговой аттестации	14
	8.1 Рекомендуемые источники научно-технической информации	14
	8.2 Средства обеспечения освоения государственной итоговой аттестации	14
9	Методические указания для обучающихся	15
10	Методические указания для преподавателей	16
11	Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе	16
12	Материально-техническое обеспечение дисциплины	19
13	Требования к оценке качества освоения программы	19
14	Особенности организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	20

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) для направления подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология по профилю «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники», рекомендациями методической комиссии и накопленным опытом преподавания кафедрой химии и технологии кристаллов РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на выполнение и защиту выпускной квалификационной работы в течение 8 семестра.

Государственная итоговая аттестация: защита выпускной квалификационной работы относится к базовой части дисциплин учебного плана (БЗ.Б.01). Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области неорганического материаловедения, в том числе в области технологии материалов и приборов электроники и фотоники.

Государственная итоговая аттестация обучающихся по программе бакалавриата проводится в форме подготовки к процедуре защиты и процедуры защиты выпускной квалификационной работы (ВКР).

Целью Государственной итоговой аттестации: защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты является объективная оценка уровня сформированности общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций выпускника университета, его готовности к выполнению профессиональных задач.

Задачи государственной итоговой аттестации – установление соответствия содержания, уровня и качества подготовки выпускника требованиям ФГОС ВО; мотивация выпускников на дальнейшее повышение уровня компетентности в избранной сфере профессиональной деятельности на основе углубления и расширения полученных знаний и навыков путем продолжения познавательной деятельности в сфере практического применения знаний и компетенций.

2 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Выпускник, освоивший программу бакалавриата по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и нанoeлектроники» и представивший к защите выпускную квалификационную работу должен обладать **компетенциями**, которые проверяются и оцениваются в ходе Государственной итоговой аттестации: защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты:

общекультурными:

- способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);
- способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2);
- способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-3);
- способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности (ОК-4);
- способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и

иностранном языке для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);

- способностью работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);
- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способностью использовать методы и инструменты физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8);
- способностью использовать приемы оказания первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9).

общефессиональными:

- способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-1);
- готовностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы (ОПК-2);
- готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире (ОПК-3);
- владением пониманием сущности и значения информации в развитии современного информационного общества, осознания опасности и угрозы, возникающих в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОПК-4);
- владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией (ОПК-5);
- владением основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОПК-6);

профессиональными, соответствующими видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа бакалавриата:

- способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);
- готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования (ПК-2);
- готовностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности (ПК-3);
- способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-4);

- способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест (ПК-5);
- способностью налаживать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств (ПК-6);
- способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта (ПК-7);
- готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования (ПК-8);
- способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования (ПК-9);
- способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа (ПК-10);
- способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса (ПК-11);
- способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-16);
- готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов (ПК-17);
- готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-18);
- готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления (ПК-19);
- готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-20).

Завершающим этапом обучения по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, профилю «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и наноэлектроники» является защита выпускной квалификационной работы бакалавра.

В результате прохождения государственной итоговой аттестации (выполнения выпускной квалификационной работы) студент бакалавриата должен продемонстрировать следующие навыки:

знать:

- порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области;
- физико-химические основы синтеза материалов электроники, наноэлектроники и фотоники, применять эти знания на практике;

– основные требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада;

уметь:

– самостоятельно выявлять перспективные направления научных исследований, обосновывать актуальность, теоретическую и практическую значимость проблемы, проводить экспериментальные исследования, анализировать и интерпретировать полученные результаты;

– осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по теме выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;

– работать на современных приборах, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты;

владеть:

– методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы;

– навыками работы в коллективе, планировать и организовывать коллективные научные исследования; овладевать современными методами исследования и анализа поставленных проблем;

– способностью решать поставленные задачи, используя умения и навыки в организации научно-исследовательских и технологических работ.

3 ОБЪЕМ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ: ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ВКЛЮЧАЯ ПОДГОТОВКУ К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ПРОЦЕДУРУ ЗАЩИТЫ И ВИДЫ РАБОТЫ

Государственная итоговая аттестация в форме защиты ВКР проходит в 8 семестре на базе знаний, полученных студентами при изучении дисциплин направления 18.03.01 Химическая технология, профиль «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов».

Виды учебной работы	Всего в 8 семестре		
	Зач. ед.	Акад. час.	Астрон. час.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6	216	162
Контактная работа:	0	0,2	0,15
Самостоятельная работа (СР):	6	215,8	161,85
Вид контроля: защита ВКР	+	+	+

4 СОДЕРЖАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ: ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ВКЛЮЧАЯ ПОДГОТОВКУ К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ПРОЦЕДУРУ ЗАЩИТЫ

Контроль знаний обучающихся, полученных при освоении ООП, осуществляется путем проведения защиты ВКР и присвоения квалификации «бакалавр».

Защита ВКР является обязательной процедурой итоговой государственной аттестации студентов высших учебных заведений, завершающих обучение по направлению подготовки бакалавриата.

Материалы, представляемые к защите:

выпускная квалификационная работа (пояснительная записка);

задание на выполнение ВКР;

отзыв руководителя ВКР;

рецензия на ВКР;
 презентация (раздаточный материал), подписанная руководителем;
 доклад.

5 СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Компетенции	Защита ВКР
Знать:	
– порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательских работ с использованием последних научно-технических достижений в данной области;	+
– физико-химические основы синтеза материалов электроники, нанoeлектроники и фотоники, применять эти знания на практике;	+
– основные требования к представлению результатов проведенного исследования в виде научного отчета, статьи или доклада;	+
Уметь:	
– самостоятельно выявлять перспективные направления научных исследований, обосновывать актуальность, теоретическую и практическую значимость проблемы, проводить экспериментальные исследования, анализировать и интерпретировать полученные результаты;	+
– осуществлять поиск, обработку и анализ научно-технической информации по теме выполняемой работы, в том числе с применением современных технологий;	+
– работать на современных приборах, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать результаты;	+
Владеть:	
– методологией и методикой проведения научных исследований; навыками самостоятельной научной и исследовательской работы;	+
– навыками работы в коллективе, планировать и организовывать коллективные научные исследования; овладевать современными методами исследования и анализа поставленных проблем;	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие компетенции:	
общекультурные	
– способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);	+
– способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-2);	+
– способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-3);	+
– способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-4);	+
– способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах профессиональной деятельности (ОК-5);	+
– готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-6);	+
– готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию	+

творческого потенциала (ОК-7);	
– способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8);	+
– способностью использовать основные методы защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий, способностью использовать приемы первой в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9).	+
Общепрофессиональные:	
– способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1);	+
– способностью профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способностью к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2);	+
– способностью решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-3);	+
– готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-4);	+
– готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-5).	+
профессиональные компетенции,	
– способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);	
– готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования (ПК-2);	+
– готовностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности (ПК-3);	+
– способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК-4);	+
– способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы	+

охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест (ПК-5);	
– способностью налаживать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств (ПК-6);	+
– способностью проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта (ПК-7);	
– готовностью к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования (ПК-8);	+
– способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования (ПК-9);	+
– способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа (ПК-10);	+
– способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса (ПК-11);	+
– способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-16);	+
– готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов (ПК-17);	+
– готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-18);	+
– готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления (ПК-19);	+
– готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-20).	+

6 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Рабочей программой государственной итоговой аттестации предусмотрена самостоятельная работа обучающегося в объеме 216 академических часов.

Самостоятельная работа включает выполнение выпускной квалификационной работы и проводится с целью проверки и контроля знаний по дисциплинам профиля

«Химическая технология материалов и приборов электронной техники и наноэлектроники».

Самостоятельная работа предусматривает:

- ознакомление и проработку научно-технической литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- выполнение экспериментальных исследований по теме ВКР;
- обработку и анализ полученных результатов;
- подготовку отчета о научно-исследовательской работе по теме научного исследования;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по химической технологии ТНСМ;
- подготовку презентации и доклада по теме ВКР.

7 ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

7.1 Текущий контроль выполнения ВКР

Текущий контроль выполнения ВКР осуществляется в три этапа и проводится в форме собеседования преподавателя и студента.

На 1-ой контрольной точке преподаватель оценивает выполнение план-графика работы, понимание студентом цели и задач исследования, содержание аналитического обзора научно-технической литературы по теме ВКР.

На 2-ой контрольной точке студент представляет аналитический обзор, результаты экспериментальной научной работы (или технологические расчеты), в случае отставания от графика выполнения работы преподаватель указывает на возможности их ликвидации.

На 3-ей контрольной точке студент представляет практически законченную и оформленную работу и проект презентации. Назначается внешний рецензент, составляется график защит ВКР и работа (или ее часть) передаются на проверку на объем заимствования.

7.2 Примерная тематика ВКР

Примерные темы выпускных квалификационных работ:

1. Высокочистые органические полупроводниковые соединения Pt для ОСИД технологий
2. Влияние условий осаждения гидроксида иттрия на формирование пористой структуры и удельной поверхности
3. Исследование фазообразования в системе $PbF_2 - EuF_3$
4. Моделирование процесса тепломассопереноса в установке для выращивания монокристаллов парателлурита методом Чохральского
5. Разработка способа перекристаллизации нитратов бария, стронция и кальция
6. Выращивание кристаллов трифторида висмута методом направленной кристаллизации
7. Твердофазовый синтез иттрий-алюминиевого граната, легированного неодимом.
8. Разработка способа перекристаллизации карбоната аммония
9. Синтез висмутгерманатных стекол в широком диапазоне концентраций оксида висмута
10. Модифицирование свойств поликристаллических материалов методом гидротермальной рекристаллизации на примере корундовой керамики
11. Синтез кристаллических фаз в системе «оксид висмута-оксид германия»
12. Стеклокристаллические материалы в свинцовых фтороборатных и фторосиликатных системах соактивированные Lu/Er и Lu/Yb
13. Исследование фазообразования в системе $PbF_2 - BaF_2$

14. Влияние осушки исходных компонентов стекломатриц на свойства гибридных материалов на основе люминесцентных металлоорганических комплексов
15. Выращивание кристаллов NaNO_3 методом направленной кристаллизации с применением техники АНВ
16. Разработка метода подготовки исходных компонентов для выращивания кристаллов $\text{K}_2\text{Co}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
17. Сравнительный анализ янтаря и копала и модифицирование их свойств
18. Получение композиционного материала на основе карбида кремния с повышенной концентрацией МУНТ
19. Разработка стенда для физического моделирования процессов массопереноса в растворе при формировании вынужденных вибрационных потоков
20. Влияние концентрации ионов лантана и гидроксида аммония на текстуру осажденного гидроксида лантана.
21. Выращивание кристаллов нитрата натрия методом вертикальной направленной кристаллизации с применением аксиальных низкочастотных вибраций
22. Снижение концентраций примесей в исходном сырье для технологии крупногабаритных монокристаллов KDP
23. Подбор и исследование стеклянных матриц для объемных гибридных материалов на основе органических люминофоров
24. Получение SiC-керамики с добавками на основе оргомагнийоксантирийоксаналюмоксан
25. Синтез и свойства стекол в системе $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-GeO}_2$
26. Исследование свойств монокристаллов натрий-гадолиниевого молибдата, выращенных из стехиометрического и нестехиометрических расплавов
27. Синтез и спектры люминесценции нестехиометрического ZnSe:Te
28. Влияние детонационных наноалмазов на структуру углеродных нанотрубок

7.3 Итоговый контроль ГИА

Итоговым контролем освоения дисциплины является оценка сформированности компетенций выпускника, проводимая на ее защите.

Решение о присуждении выпускнику квалификации бакалавра принимается на заседании ГЭК простым большинством при открытом голосовании членов комиссии на основании результатов итоговых испытаний. Результаты определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Обучающийся имеет право подать в апелляционную комиссию апелляцию о нарушении, по его мнению, установленной процедуры защиты выпускной квалификационной работы. Апелляция о несогласии с результатами защиты выпускной квалификационной работы не принимается.

Компетенции, сформированность которых невозможно оценить на основе результатов доклада и подготовленных выпускником материалов, оценивается членами ГЭК онлайн в электронной информационно-образовательной среде Университета. Логины и пароли доступа в электронную информационно-образовательную среду университета членам ГЭК выдаются непосредственно на период работы ГЭК.

Особенности защиты ВКР обучающимся, не явившимся на заседание ГЭК, регламентируется Положением о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, утвержденным решением Ученого совета университета, протокол № 9 от 28.06.2017.

Критерии для оценки ВКР

Оценка «*отлично*» выставляется за ВКР при следующих условиях:

- постановка проблемы во введении соответствует современному состоянию и перспективам развития научных исследований по направленности (профилям) ООП ВО, носит комплексный характер и включает в себя обоснование актуальности, научной и практической значимости темы, формулировку цели и задач исследования, его объекта и предмета, обзор использованных источников и литературы;

- содержание и структура исследования соответствуют поставленным цели и задачам;

- изложение материала носит проблемно-аналитический характер, отличается логичностью и смысловой завершенностью;

- промежуточные и итоговые выводы работы соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;

- соблюдены требования к стилю и оформлению научных работ;

- публичная защита ВКР показала уверенное владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения;

- все текстовые заимствования оформлены достоверными ссылками, объем и характер текстовых заимствований соответствуют специфике исследовательских задач.

Оценка *«хорошо»* выставляется за ВКР при следующих условиях:

- введение включает все необходимые компоненты постановки проблемы, в том числе формулировку цели и задач исследования, его объекта и предмета, обзор использованных источников и литературы. Обоснование актуальности, научной и практической значимости темы не вполне соответствует современному состоянию и перспективам развития научных исследований по направленности (профилям) ОП ВО;

- содержание и структура работы в целом соответствуют поставленным цели и задачам;

- изложение материала не всегда носит проблемно-аналитический характер;

- промежуточные и итоговые выводы работы в целом соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;

- соблюдены основные требования к оформлению научных работ;

- публичная защита выпускной квалификационной работы показала достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения;

- текстовые заимствования, как правило, оформлены достоверными ссылками, объем текстовых заимствований в целом соответствует специфике исследовательских задач.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется за ВКР при следующих условиях:

- введение включает основные компоненты постановки проблемы, однако в формулировках цели и задач исследования, его объекта и предмета допущены погрешности, обзор использованных источников и литературы носит формальный характер, обоснование актуальности, научной и практической значимости темы не соответствует современному состоянию и перспективам развития научных исследований по направленности (профилям) ОП ВО;

- содержание и структура работы не полностью соответствуют поставленным задачам исследования;

- изложение материала носит описательный характер, список цитируемых источников не позволяет качественно решить все поставленные в работе задачи;

- выводы работы не полностью соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;

- нарушен ряд основных требований к оформлению научных работ;

– в ходе публичной защиты проявилось неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы;

– значительная часть текстовых заимствований не сопровождаются достоверными ссылками, объем и характер текстовых заимствований лишь отчасти соответствуют специфике исследовательских задач.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за ВКР при следующих условиях:

– введение работы не имеет логичной структуры и не выполняет функцию постановки проблемы исследования;

– содержание и структура работы в основном не соответствует теме, цели и задачам исследования;

– работа носит реферативный характер, список цитируемых источников является недостаточным для решения поставленных задач;

– выводы работы не соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;

– не соблюдены требования к оформлению научных работ;

– в ходе публичной защиты выпускной квалификационной работы проявилось неуверенное владение материалом, неумение формулировать собственную позицию;

– большая часть текстовых заимствований не сопровождаются достоверными ссылками, текстовые заимствования составляют большой объем работы и преимущественно являются результатом использования нескольких научных и учебных изданий.

8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1 Рекомендуемые источники научно-технической информации

Журналы

1. Квантовая Электроника. ISSN 0368-7147.
2. Оптика и спектроскопия ISSN 0030-4034
3. Физика твердого тела. ISSN 0367-3294
4. Оптический журнал. ISSN 1023-5086
5. Современная электроника. (ООО "СТА-пресс")
6. Компоненты и технологии ISSN 2079-6811
7. Фотоника ISSN 1993-7296
8. Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники ISSN 1609-3577
9. Лазерная техника и оптоэлектроника
10. Advanced optical materials ISSN 2195-1071
11. Optical and quantum electronics ISSN 0306-8919
12. Optical materials ISSN 0925-3467
13. Applied physics B: Lasers and optics ISSN 0946-2171
14. Laser physics ISSN 1054-660x
15. Electronics letters ISSN 0013-5194
16. Advanced materials for optics and electronics ISSN 1057-9257
17. Advanced electronic materials ISSN 2199-160x
18. Russian microelectronics ISSN 0098-6658

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

- <https://intellect.ml/category/electronica-i-fotonika> - Электроника и фотоника
- <http://www.portalnano.ru/> - Нанотехнологии и наноматериалы. Федеральный интернет-портал
- <http://www.laser-portal.ru> - Лазерный Портал

- www.centerprioritet.ru – СМЦ «Приоритет» - техническая документация исследований (ИКСИ) – заказ литературы, русскоязычные издания
- <http://nano-portal.ru/> - Нано Портал - Нанотехнологии России
- <http://www.scirp.org/journal/Index.aspx> - Scientific research. Open Access
- <http://www.intechopen.com/> - In Tech. Open Science
- <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета.

Поиск книг и журналов

- <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
- <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
- <http://lib.msu.su> - Научная библиотека Московского государственного университета
- <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <http://abc-chemistry.org/ru/> - ABC-Chemistry : Бесплатная научная химическая информация
- <http://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах
- <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
- <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека

8.2 Средства обеспечения государственной итоговой аттестации

Для проведения государственной итоговой аттестации используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

Для освоения практики используются следующие нормативные и нормативно-методические документы:

– Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745&intelsearch=273-%D4%C7> (дата обращения: 05.04.2019).

– Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования // Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы. Портал Федеральных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/93/91/5> (дата обращения: 05.04.2019).

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102447332&intelsearch=816+-%EF%F0%E8%EA%E0%E7> (дата обращения: 04.04.2019).

При освоении практики студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

– Система федеральных образовательных порталов. Система открытого образования. Консалтинговый центр ИОС ОО РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.openedu.ru> (дата обращения: 01.04.2019).

– Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 01.04.2019).

– ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://i-exam.ru/> (дата обращения: 01.04.2019).

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Методические рекомендации по организации учебной работы обучающегося направлены на повышение ритмичности и эффективности его самостоятельной работы по подготовке к процедуре защиты и процедуре защиты ВКР.

Текущий контроль выполнения ВКР осуществляется в три этапа и проводится в форме собеседования преподавателя и студента.

На 1-ой контрольной точке преподаватель оценивает выполнение план-графика работы, понимание студентом цели и задач исследования, содержание аналитического обзора научно-технической литературы по теме ВКР.

На 2-ой контрольной точке студент представляет аналитический обзор, результаты экспериментальной научной работы (или технологические расчеты), в случае отставания от графика выполнения работы преподаватель указывает на возможности их ликвидации.

На 3-ей контрольной точке студент представляет практически законченную и оформленную работу и проект презентации. Назначается внешний рецензент, составляется график защит ВКР и работа (или ее часть) передаются на проверку на объём заимствования.

Рабочая программа «Государственной итоговой аттестации: защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты» предусматривает подготовку и написание ВКР по самостоятельно выполненной научной работе по индивидуальной тематике. Работа выполняется в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу обучающегося.

Целью выполнения научного исследования, подготовки ВКР и презентации является закрепление полученных знаний по всему кругу дисциплин, расширение эрудиции и кругозора в области технологии материалов и изделий электроники и фотоники, развитие творческого потенциала и самостоятельного мышления. При подготовке ВКР обучающийся приобретает навыки работы с информационными ресурсами, опыт выполнения научных экспериментов с привлечением различных методов исследования, изложения, анализа и обобщения результатов исследования, формулирования выводов по работе, знакомство с правилами оформления научных отчетов.

В соответствии с учебным планом прохождение Государственной итоговой аттестации: защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты завершается итоговым контролем в форме защиты выпускной квалификационной работы. На защите обучающийся представляет подготовленную ВКР в форме пояснительной записки, устного выступления и презентации, затем отвечает на вопросы по теме представленной ВКР.

Доклад, презентация, ответы на вопросы оцениваются в соответствии с принятой в университете рейтинговой системой оценки знаний. Максимальная оценка ВКР составляет 100 баллов.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Основной задачей руководителя ВКР, является выработка у обучающихся навыков выполнения научно-исследовательской работы и обобщения и обработки полученных результатов.

При обсуждении темы научного исследования, направленного на решение конкретных научных задач для создания новых материалов или приборов электроники, наноэлектроники или фотоники и изучение их свойств, преподавателю необходимо уделить внимание следующим вопросам:

- постановке цели и определению задач исследования;
- выбору методов исследования для решения конкретных научных задач.

Рекомендуется рассмотреть основные подходы к планированию научных исследований. Основываясь на знаниях студентов, полученных при изучении дисциплин

базовой и вариативной части учебного плана, на практических примерах рассмотреть основные методы планирования эксперимента и выполнить статистическую обработку экспериментальных данных, оценить погрешность эксперимента. Следует уделить внимание графическому представлению результатов исследования.

Необходимо обратить внимание на составление программы исследования и содержание основных разделов ВКР.

Следует уделить особое внимание анализу, интерпретации и обобщению результатов исследования; формулировке выводов.

Для более глубокого изучения предмета в рамках самостоятельной работы преподаватель может рекомендовать обучающимся проработку дополнительной литературы по тематике ВКР, что формирует у студентов навык к самостоятельной работе с разнообразными литературными источниками.

11. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2019 составляет 1 708 372 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Электронные информационные ресурсы, используемые в процессе обучения документов.

№	Электронный ресурс	Реквизиты договора (номер, дата заключения, срок действия), ссылка на сайт ЭБС, сумма договора, количество ключей	Характеристика библиотечного фонда, доступ к которому предоставляется договором

1	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-827/2018 от 26.09.2018 г. Сумма договора – 357 000-00 С «26» сентября 2018г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронно-библиотечная система издательства "Лань" — ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. ЭБС «ЛАНЬ» предоставляет пользователям мобильное приложение для iOS и Android, в которых интегрированы бесплатные сервисы для незрячих студентов и синтезатор речи. Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва "Лань", Национальный Открытый Университет"ИНТУИТ", "Инженерно-технические науки" изд-ва "Лань".
	ЭБС «ЛАНЬ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор № 33.03-Р-2.0-1775/2-10 от 26.09.2019г. Сумма договора – 642 083-68 С «26» сентября 2019г. по «25» сентября 2020г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера	Коллекции: «Химия» - изд-ва НОТ, «Химия» - изд-ва Лаборатория знаний, «Химия» - изд-ва «ЛАНЬ», «Химия»-КНИТУ(Казанский национальный исследовательский технологический университет), «Химия» - изд-ва ФИЗМАТЛИТ, «Информатика» - изд-ва «ЛАНЬ», Национальный Открытый Университет«ИНТУИТ», Инженерно-технические науки" изд-ва «ЛАНЬ», «Теоретическая механика» изд-ва «ЛАНЬ», Экономика и менеджмент» изд-ва Дашков и К. А также отдельные издания в соответствии с Договором.
2.	Электронно - библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И.Менделеева (на базе АИБС «Ирбис»)	Принадлежность – собственная РХТУ. Ссылка на сайт ЭБС – http://lib.muctr.ru/ Доступ для пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронные версии учебных и научных изданий авторов РХТУ по всем ООП.
3	ЭБС «Научно-электронная	Принадлежность – сторонняя Реквизиты договора – ООО «РУНЭБ»,	Электронные версии

	библиотека eLibrary.ru».	договор № 29.01-Р-2.0-1020/2018 от 07.12.2018 г. Сумма договора - 934 693-00 С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://elibrary.ru Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	периодических и неперидических изданий по различным отраслям науки
4	Издательство Wiley	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Wiley/130 от 10.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://onlinelibrary.wiley.com/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция журналов по всем областям знаний, в том числе известные журналы по химии, материаловедению, взрывчатым веществам и др.
5	База данных Reaxys и Reaxys Medicinal Chemistry Компании Elsevier	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Reaxys /130 от 10.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.reaxys.com/ Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Структурно-химическая база данных Reaxys включает в себя структурную базу данных химических соединений и их экспериментальных свойств, реферативную базу журнальных и патентных публикаций, базу химических реакций с функцией построения плана синтеза. Модуль биологически активных соединений, биологических мишеней, фармакологических свойств химических соединений Reaxys Medicinal Chemistry является крупнейшей в мире базой данных.
6	Scopus	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № Scopus/130 от 09.10.2019 г. С «01» июля 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://www.scopus.com. Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Мультипрактикарная реферативная и наукометрическая база данных издательства ELSEVIER
7	Ресурсы международно й компании Clarivate	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор №	Открыт доступ к ресурсам: WEB of SCIENCE – реферативная и наукометрическая база данных. MEDLINE – реферативная база

	Analytics	WoS/130 от 05.09.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=R1Ij2TUYmdd7bUatOIJ&preferencesSaved= Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	данных по медицине.
8	Royal Society of Chemistry (Королевское химическое общество)	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № RSC/130 от 08.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – http://pubs.rsc.org/ Количество ключей - доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам неограничен.	Коллекция включает 44 журнала. Тематика: органическая, аналитическая, физическая химия, биохимия, электрохимия, химические технологии.
9	База данных SciFinder компании Chemical Abstracts Service	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ ГПНТБ) Сублицензионный договор № CAS/130 от 23.10.2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://scifinder.cas.org Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам и персональной регистрации.	SciFinder — поисковый сервис, обеспечивающий многоаспектный поиск как библиографической информации, так и информации по химическим реакциям, структурным соединениям и патентам. Основная тематика обширного поискового массива — химия, а также ряд смежных практик, таких как материаловедение, биохимия и биомедицина, фармакология, химическая технология, физика, геология, металлургия и другие.
10	Издательство Elsevier на платформе ScienceDirect	Принадлежность сторонняя. Национальная подписка (Минобрнауки+ РФФИ) Информационное письмо РФФИ № исх.- 1294 от 09 10 2019 г. С «01» января 2019 г. по «31» декабря 2019 г. Ссылка на сайт – https://www.sciencedirect.com Количество ключей – доступ для пользователей РХТУ по ip-адресам.	«Freedom Collection» — полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier по различным отраслям знаний, включающая не менее 2000 наименований электронных журналов. «Freedom Collection eBook collection» — содержит более 5 000 книг по 24 различным предметным областям естественных, технических и медицинских наук. Доступ к архивам 2014-2018гг.

11	ЭБС «Лань»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора - ООО «Издательство «Лань», договор №29.01-3-2.0-1299/2018 от 06.03.2019 г. С «06» марта 2019г. по «25» сентября 2019г. Ссылка на сайт ЭБС – http://e.lanbook.com Сумма договора – 73 247-39 Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Коллекция книг по естественно-научным и техническим отраслям наук.
12	ЭБС «ЮРАЙТ»	Принадлежность - сторонняя Реквизиты договора – ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ», Договор № №29.01-3-2.0-1168/2018 от 11.01.2019 г. С «11» января 2019 г. по «»10» января 2020 г. Ссылка на сайт ЭБС - https://biblio-online.ru/ Сумма договора – 220 000-00 руб. Количество ключей - доступ для всех пользователей РХТУ с любого компьютера.	Электронная библиотека включает более 5000 наименований учебников и учебных пособий по всем отраслям знаний для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Перечень оборудования для обеспечения проведения Государственной итоговой аттестации: защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты - презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления).

13. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ

Критерии для оценки ВКР

Оценка «*отлично*» выставляется за ВКР при следующих условиях:

- постановка проблемы во введении соответствует современному состоянию и перспективам развития научных исследований по направленности (профилям) ООП ВО, носит комплексный характер и включает в себя обоснование актуальности, научной и практической значимости темы, формулировку цели и задач исследования, его объекта и предмета, обзор использованных источников и литературы;
- содержание и структура исследования соответствуют поставленным цели и задачам;
- изложение материала носит проблемно-аналитический характер, отличается логичностью и смысловой завершенностью;
- промежуточные и итоговые выводы работы соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;
- соблюдены требования к стилю и оформлению научных работ;

- публичная защита ВКР показала уверенное владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения;

- все текстовые заимствования оформлены достоверными ссылками, объем и характер текстовых заимствований соответствуют специфике исследовательских задач.

Оценка *«хорошо»* выставляется за ВКР при следующих условиях:

- введение включает все необходимые компоненты постановки проблемы, в том числе формулировку цели и задач исследования, его объекта и предмета, обзор использованных источников и литературы. Обоснование актуальности, научной и практической значимости темы не вполне соответствует современному состоянию и перспективам развития научных исследований по направленности (профилям) ОП ВО;

- содержание и структура работы в целом соответствуют поставленным цели и задачам;

- изложение материала не всегда носит проблемно-аналитический характер;

- промежуточные и итоговые выводы работы в целом соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;

- соблюдены основные требования к оформлению научных работ;

- публичная защита выпускной квалификационной работы показала достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения;

- текстовые заимствования, как правило, оформлены достоверными ссылками, объем текстовых заимствований в целом соответствует специфике исследовательских задач.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется за ВКР при следующих условиях:

- введение включает основные компоненты постановки проблемы, однако в формулировках цели и задач исследования, его объекта и предмета допущены погрешности, обзор использованных источников и литературы носит формальный характер, обоснование актуальности, научной и практической значимости темы не соответствует современному состоянию и перспективам развития научных исследований по направленности (профилям) ОП ВО;

- содержание и структура работы не полностью соответствуют поставленным задачам исследования;

- изложение материала носит описательный характер, список цитируемых источников не позволяет качественно решить все поставленные в работе задачи;

- выводы работы не полностью соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;

- нарушен ряд основных требований к оформлению научных работ;

- в ходе публичной защиты проявилось неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы;

- значительная часть текстовых заимствований не сопровождаются достоверными ссылками, объем и характер текстовых заимствований лишь отчасти соответствуют специфике исследовательских задач.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется за ВКР при следующих условиях:

- введение работы не имеет логичной структуры и не выполняет функцию постановки проблемы исследования;

- содержание и структура работы в основном не соответствует теме, цели и задачам исследования;

- работа носит реферативный характер, список цитируемых источников является недостаточным для решения поставленных задач;

- выводы работы не соответствуют ее основным положениям и поставленным задачам исследования;
- не соблюдены требования к оформлению научных работ;
- в ходе публичной защиты выпускной квалификационной работы проявилось неуверенное владение материалом, неумение формулировать собственную позицию;
- большая часть текстовых заимствований не сопровождаются достоверными ссылками, текстовые заимствования составляют большой объем работы и преимущественно являются результатом использования нескольких научных и учебных изданий.

14. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением о Порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева (утв. решением Ученого совета университета от 28.06.2017, протокол № 9);
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенные образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья государственная итоговая аттестация проводится с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее – индивидуальные особенности).

При проведении государственной итоговой аттестации обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

- проведение государственной итоговой аттестации инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся при прохождении государственной итоговой аттестации;
- присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся инвалидам необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с членами государственной экзаменационной комиссии);
- пользование техническими средствами, необходимыми обучающимся при прохождении государственной итоговой аттестации с учетом их индивидуальных особенностей;
- обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже, наличие специальных кресел и других приспособлений).

**Дополнения и изменения к рабочей программе
«ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ:
ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ВКЛЮЧАЯ
ПОДГОТОВКУ К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ПРОЦЕДУРУ ЗАЩИТЫ»
основной образовательной программы**

18.03.01 «Химическая технология»

Профиль – «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и
наноэлектроники»

«Основная образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата»

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.	Изменение в части обновления лицензионного программного обеспечения, договоров с ЭБЦ и информационных ресурсов	протокол заседания Ученого совета № 1 от «31» августа 2019 г
2.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.

—

