

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

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Защита от коррозии промышленного оборудования»

**Направление подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии
материалов**

**Магистерская программа – «Инновационные материалы и
защита от коррозии»**

Квалификация «магистр»

Москва 2024

Программа составлена доцентом кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии А.А. Абрашовым и профессором кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии Н.С. Григорян

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии

«12» апреля 2024 г., протокол № 8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **22.04.01 Материаловедение и технологии материалов** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины **кафедрой инновационных материалов и защиты от коррозии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «**Защита от коррозии промышленного оборудования**» относится к вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области материаловедения и теоретических основ коррозии.

Цель дисциплины – приобретение студентами знаний для решения профессиональных задач в области защиты от коррозии оборудования с целью ресурсоэнергосбережения, освоение принципов выбора материалов и способов их защиты в конкретных условиях эксплуатации.

Задачи дисциплины – дать основные знания в области теории и практики коррозии; дать основные знания о защитных конструкционных металлических и неметаллических материалах, противокоррозионных металлических покрытиях, ингибиторах коррозии, а также методах электрохимической защиты.

Дисциплина «**Защита от коррозии промышленного оборудования**» преподается в 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Участие в организации проведения проектов, исследований и разработок новых материалов композиций, научных и прикладных экспериментов по созданию новых процессов получения и обработки материалов, а также изделий	Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами	ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять технологические процессы в области защиты от коррозии; осуществлять выбор материалов для изготовления основного и вспомогательного оборудования и коммуникационных сетей	ПК-5.1. Знает методы и виды коррозионной защиты материалов, конструкций и сооружений, требования к системам противокоррозионной защиты и способы их реализации ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические процессы в области защиты от коррозии, определять пригодность поверхности к обработке с целью придания требуемых функциональных свойств ПК-5.3. Владеет навыками подготовки поверхности к нанесению покрытий, контролю их качества, принятия решений по компоновке линий нанесения защитных металлических и неметаллических покрытий	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по электрохимической защите от коррозии линейных сооружений и объектов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.10.2021 №714н. Д Управление системой электрохимической защиты линейных сооружений и объектов (уровень квалификации – 7) Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки,

				сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработке, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
Участие в организации и проведении проектов, исследований и разработок новых материалов композиций, научных и прикладных экспериментов по созданию новых процессов получения и обработки материалов, а также изделий	Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами	ПК-6 Способен определять функциональные и коррозионные характеристики оборудования, материалов и покрытий, определять их соответствие заявленным потребительским характеристикам; осуществлять контроль качества материалов и покрытий с применением известных и	ПК-6.1. Знает требования к функциональным и коррозионным характеристикам оборудования, материалов и покрытий, способы контроля, а также регламентирующие их нормативные документы.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по электрохимической защите от коррозии линейных сооружений и объектов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской

		модифицированных методов испытаний		Федерации от 12.10.2021 №714н. D Управление системой электрохимической защиты линейных сооружений и объектов (уровень квалификации – 7) Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
--	--	---------------------------------------	--	---

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- общие сведения о свойствах конструкционных материалов;
- основные источники коррозионного воздействия на конструкционные материалы, их качественные и количественные характеристики, методы и способы прогнозирования надежности оборудования и последствий коррозионного воздействия;

- способы защиты от коррозии металлических и неметаллических материалов;

Уметь:

- обосновать конструкцию аппарата и комплекс мероприятий по защите оборудования и транспортных коммуникаций от коррозионного воздействия окружающей среды;

- выбирать оптимальные методы противокоррозионной защиты;

- разработать комплекс мероприятий по защите металлов от коррозии;

Владеть:

- методами оценки коррозионного поведения материалов и покрытий в конкретных условиях эксплуатации.

- навыками реализации различных способов защиты материалов промышленного оборудования от коррозионного разрушения.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,94	34	25,5
Лекции	0,5	18	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12
Самостоятельная работа	1,66	110	82,5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,66	110	82,5
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Рациональное противокоррозионное конструирование. Противокоррозионное легирование. Защита от коррозии обработкой среды	48	-	6	-	2	-	-	-	40
1.1	Защита металла от коррозии на стадии проектирования и изготовления.	12	-	2	-	-	-	-	-	10
1.2	Повышение коррозионной стойкости металла путем изменения химического и фазового состава	14	-	2	-	2	-	-	-	10
1.3	Удаление агрессивных компонентов, понижение концентрации окислителей	11	-	1	-	-	-	-	-	10
1.4	Ингибиторы коррозии	11	-	1	-	-	-	-	-	10
2.	Раздел 2. Электрохимическая защита	54	-	6	-	8	-	-	-	40
2.1	Катодная защита от коррозии внешним источником тока. Критерии электрохимической защиты. Состав установок катодной защиты.	14	-	2	-	2	-	-	-	10
2.2	Элементы системы протекторной защиты.	14	-	2	-	2	-	-	-	10

2.3	Дренажная защита. Классификация установок дренажной защиты.	13	-	1	-	2	-	-	-	10
2.4	Методы защиты трубопроводов от действия блуждающих токов	13	-	1	-	2	-	-	-	10
	Раздел 3. Защитные покрытия	42	-	6	-	6	-	-	-	30
3.1	Классификация защитных покрытий. Методы получения.	12	-	2	-	-	-	-	-	10
3.2	Металлические покрытия.	16	-	2	-	4	-	-	-	10
3.3	Неметаллические покрытия.	14	-	2	-	2	-	-	-	10
	ИТОГО	144	-	18	-	16	-	-	-	110
	Экзамен	36								
	ИТОГО	180								

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Рациональное противокоррозионное конструирование. Противокоррозионное легирование. Защита от коррозии обработкой среды

Классификация методов защиты металлов от коррозии и обоснование выбора метода защиты.

Защита металла от коррозии на стадии проектирования и изготовления.

Повышение коррозионной стойкости металла путем изменения химического и фазового состава: противокоррозионное легирование, противокоррозионное рафинирование, термообработка.

Удаление агрессивных компонентов, понижение концентрации окислителей

Ингибиторы коррозии. Определение, классификация, механизм действия и области применения ингибиторов коррозии. Консервация металлических изделий. Средства и методы консервации. Деаэрация. Обработка холодной и горячей воды. Подготовка воды для паровых котлов. Методы противокоррозионной обработки котловой воды.

Раздел 2. Электрохимическая защита

Понятие и классификация способов электрохимической защиты. Принцип анодной защиты. Катодная защита от коррозии внешним источником тока. Критерии электрохимической защиты. Состав установок катодной защиты.

Элементы системы протекторной защиты. Материалы протекторов. Магниево-цинковые сплавы. Алюминиевые протекторные сплавы. Цинковые протекторные сплавы. Виды протекторов. Расчет параметров протекторной защиты. Протекторная защита в условиях блуждающих токов.

Дренажная защита. Классификация установок дренажной защиты. Расчет электродренажной защиты. Устройства электродренажной защиты.

Повышение эффективности катодной защиты на длительно эксплуатируемых трубопроводах.

Источники блуждающего тока, воздействующие на магистральные нефтегазопроводы. Виды источников блуждающих токов. Классические источники блуждающих токов (техногенного характера). Неклассические источники блуждающих токов (природного характера). Методы защиты трубопроводов от действия блуждающих токов.

Раздел 3. Защитные покрытия

Классификация защитных покрытий. Методы получения. Горячее цинкование. Плакирование. Металлизация распылением. Электродуговая металлизация. Плазменное и высокоскоростное напыление. Наплавка. Микродуговое оксидирование. Вакуумное напыление. Термодиффузионная металлизация. Неметаллические покрытия. Нанесение лакокрасочных покрытий. Нанесение покрытий из порошков, суспензий и жидких композиций. Защита химических аппаратов неметаллическими материалами. Аппаратура из неметаллических материалов. Защита неметаллическими покрытиями. Нанесение лакокрасочных покрытий. Нанесение покрытий из листов (плакирование, футеровка). Защита стальной и бетонной аппаратуры футеровкой штучными материалами. Особенности проектирования футеровок химического оборудования.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	– общие сведения о свойствах конструкционных материалов;	+		
2	– основные источники коррозионного воздействия на конструкционные материалы, их качественные и количественные характеристики, методы и способы прогнозирования надежности оборудования и последствий коррозионного воздействия;	+	+	+
3	– способы защиты от коррозии металлических и неметаллических материалов;	+	+	+
	Уметь:			
4	– обосновать конструкцию аппарата и комплекс мероприятий по защите оборудования и транспортных коммуникаций от коррозионного воздействия окружающей среды;	+		
5	– выбирать оптимальные методы противокоррозионной защиты;	+	+	+
6	– разработать комплекс мероприятий по защите металлов от коррозии;	+	+	+
	Владеть:			
7	– методами оценки коррозионного поведения материалов и покрытий в конкретных условиях эксплуатации;	+	+	+
8	– навыками реализации различных способов защиты материалов промышленного оборудования от коррозионного разрушения	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>(профессиональные)</u> компетенции и индикаторы их достижения:				
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК		

9	ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять технологические процессы в области защиты от коррозии; осуществлять выбор материалов для изготовления основного и вспомогательного оборудования и коммуникационных сетей	– ПК-5.1. Знает методы и виды коррозионной защиты материалов, конструкций и сооружений, требования к системам противокоррозионной защиты и способы их реализации; – ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические процессы в области защиты от коррозии, определять пригодность поверхности к обработке с целью придания требуемых функциональных свойств; – ПК-5.3. Владеет навыками подготовки поверхности к нанесению покрытий, контроля их качества, принятия решений по компоновке линий нанесения защитных металлических и неметаллических покрытий;	+	+	+
10	– ПК-6. Способен определять функциональные и коррозионные характеристики оборудования, материалов и покрытий, определять их соответствие заявленным потребностям характеристикам; осуществлять контроль качества материалов и покрытий с применением известных и модифицированных методов испытаний	– ПК-6.1. Знает требования к функциональным и коррозионным характеристикам оборудования, материалов и покрытий, способы контроля, а также регламентирующие их нормативные документы.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Часы
1	1	Повышение коррозионной стойкости металла путем изменения химического и фазового состава.	2
2	2	Понятие и классификация способов электрохимической защиты. Принцип анодной защиты. Катодная защита от коррозии внешним источником тока. Критерии электрохимической защиты. Состав установок катодной защиты.	2
3	2	Элементы системы протекторной защиты. Материалы протекторов. Магниево-цинковые протекторные сплавы. Алюминиевые протекторные сплавы. Цинковые протекторные сплавы. Виды протекторов. Расчет параметров протекторной защиты. Протекторная защита в условиях блуждающих токов.	2
4	2	Дренажная защита. Классификация установок дренажной защиты. Расчет электродренажной защиты. Устройства электродренажной защиты. Повышение эффективности катодной защиты на длительно эксплуатируемых трубопроводах.	2
5	2	Источники блуждающего тока, воздействующие на магистральные нефтегазопроводы. Виды источников блуждающих токов. Классические источники блуждающих токов (техногенного характера). Неклассические источники блуждающих токов (природного характера). Методы защиты трубопроводов от действия блуждающих токов.	2
6	3	Горячее цинкование. Плакирование.	2
7	3	Металлизация распылением. Электродуговая металлизация. Плазменное и высокоскоростное напыление. Наплавка. Микродуговое оксидирование. Вакуумное напыление. Термодиффузионная металлизация.	2
8	3	Неметаллические покрытия. Нанесение лакокрасочных покрытий. Нанесение покрытий из порошков, суспензий и жидких композиций. Защита химических аппаратов неметаллическими материалами.	2

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия не предусмотрены

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

– ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов,

цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;

- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *экзамена* (3 семестр) 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 рабочей 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

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 40 баллов), реферата (максимальная оценка 20 баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1. Методы оценки коррозионной стойкости и защитной способности
2. Стеклоэмалевые и стеклокристаллические покрытия
3. Основные способы защиты от коррозии конструкций из бетонов и горных пород
4. Способы защиты металлов от коррозии в морской воде
5. Защита металлов от коррозии в расплавленных солях
6. Защита от межкристаллитной коррозии
7. Вред коррозии и значение защиты металлов для народного хозяйства России.
8. Диаграммы Пурбе и их анализ.
9. Атмосферная коррозия: общая характеристика; факторы, влияющие на скорость; методы защиты.
10. Подземная коррозия: общая характеристика и особенности; факторы, влияющие на скорость; методы защиты.
11. Морская коррозия: общая характеристика; факторы, влияющие на скорость; методы защиты.
12. Питтинговая коррозия: особенности и теория возникновения питтингов; стадии питтингообразования.
13. Неметаллические защитные покрытия: оксидные; лакокрасочные; эмалевые; полимерные; металлополимерные.
14. Коррозионная стойкость железоуглеродистых сплавов.
15. Коррозионная стойкость низколегированных сталей.
16. Нержавеющие стали: хромистые; хромоникелевые; маркировка. Теоретические основы коррозионностойкого легирования.
17. Коррозионная стойкость алюминия и его сплавов.
18. Коррозионная стойкость никеля и его сплавов.
19. Коррозионная стойкость магния и его сплавов.
20. Коррозионная стойкость цинка и кадмия и их сплавов.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы 40 баллов, 10 баллов за первую контрольную работу и 30

баллов за вторую контрольную работу.

Контрольная работа №1 состоит из одного вопроса, предусматривающего развернутый ответ и трех тестовых вопросов, относящихся к изучаемым разделам дисциплины. Контрольная работа суммарно оцениваются из 10 баллов.

1.

А. Классификация и обзор методов защиты металлов от коррозии и обоснование выбора метода защиты.

Б.

Самым применяемым металлом для защиты от коррозии стали является ...	цинк
	никель
	медь
	серебро
В качестве защитного покрытия для плакирования из представленных сталей не используется ...	12X18H10T
	08X17T
	Ст3
	10X17H13M2T
Процесс, при котором наносимый материал в виде порошка или проволоки вводится в струю плазмы и нагревается в процессе движения с потоком газа до температур, превышающих температуру его плавления, и разгоняется в процессе нагрева до скоростей порядка нескольких сотен м/с ...	высокоскоростное напыление
	микродуговое оксидирование
	наплавка
	плазменное напыление

2.

А. Защита металла от коррозии на стадии проектирования и изготовления.

Б.

Лакокрасочные покрытия, применяемые для временной защиты окрашиваемой поверхности в процессе производства, транспортирования и хранения изделий относятся к классу	водостойкие ЛКП
	ограниченно атмосферостойкие ЛКП
	специальные ЛКП
	консервационные ЛКП
Цинковое покрытие теряет способность защищать сталь электрохимически ...	в холодной воде
	в жесткой воде
	в морской воде
	в горячей воде
С увеличением (в допустимых пределах) концентраций щёлочи и свободного цианида в электролите цинкования	увеличивается его электропроводность и рассеивающая способность
	увеличивается его электропроводность и уменьшается рассеивающая способность
	уменьшается его электропроводность и увеличивается рассеивающая способность
	уменьшается его электропроводность и рассеивающая способность

Контрольная работа №2 состоит из шести вопросов предусматривающих развернутый ответ, и четырех тестовых вопросов, относящихся к изучаемым разделам дисциплины. Контрольная работа суммарно оцениваются из 30 баллов.

Вариант № 1

1. Проверить, соответствует ли состав стали X25H12 правилу n/8.
2. Вычислить состав (т.е. весовой процент хрома) всех теоретически возможных по правилу n/8 коррозионно стойких сплавов Fe-Cr,
3. Скорость коррозии стали в кислой среде $0,2 \text{ г/м}^2\cdot\text{ч}$. Общая площадь поверхности стальной конструкции 100 м^2 . Какой силы ток нужно пропустить через стальную конструкцию, чтобы полностью подавить коррозию?
4. Стальная конструкция находится в морской воде. Какие процессы протекают при её коррозии? Как изменится коррозионный процесс, если к конструкции присоединить цинковый протектор?
5. Никель находится в контакте с золотом во влажном воздухе, насыщенном сероводородом. Какой металл подвергнется коррозии? Составьте электронные уравнения катодного и анодного процессов, протекающих при коррозии металла.
6. Две железные пластинки, частично покрытые одна оловом, другая – медью, находятся во влажном воздухе. На какой из этих пластинок быстрее образуется ржавчина? Почему? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов коррозии этих пластинок. Каков состав продуктов коррозии.
7. Какой из металлов является анодным покрытием изделия из железа:
1) Co 2) Zn 3) Ni 4) Ag
8. Какой из металлов является катодным покрытием изделия из олова:
1) Zn 2) Cu 3) Fe 4) Cr
9. Как протекает анодный процесс атмосферной коррозии пары металлов железо-олово:
1) А: $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\bar{e} \rightarrow 4\text{OH}^-$ 2) А: $\text{Fe}^0 \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\bar{e}$
3) А: $\text{H}_2 + 2\bar{e} \rightarrow 2\text{H}^+$ 4) А: $\text{Sn}^0 \rightarrow \text{Sn}^{2+} + 2\bar{e}$
10. Как протекает катодный процесс атмосферной коррозии пары металлов олово-медь:
1) К: $\text{Sn}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Sn}^0$ 2) К: $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\bar{e} \rightarrow 4\text{OH}^-$
3) К: $\text{Cu}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Cu}^0$ 4) К: $2\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightarrow \text{H}_2$

Вариант № 2

1. Проверить, соответствует ли состав стали X18H10 правилу n/8.
2. Вычислить состав (т.е. весовой процент никеля) всех теоретически возможных по правилу n/8 коррозионно стойких сплавов Zn-Ni,
3. При стоянке судна у причала для защиты его корпуса от коррозии применяют катодную защиту. Площадь подводной части судна 1000 м^2 . Скорость коррозии без применения катодной защиты 10^{-2} г/м^2 в сутки. Какой силы ток надо подать на железный корпус судна, чтобы полностью подавить коррозию?

4. Если опустить в разбавленную серную кислоту пластинку из чистого железа, то выделение на ней водорода идет медленно и со временем почти прекращается. Однако если цинковой палочкой прикоснуться к железной пластинке, то на последней начинается бурное выделение водорода. Почему? Какой металл при этом растворяется? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов.

5. Какой металл целесообразно выбрать для протекторной защиты от коррозии свинцовой оболочки кабеля: цинк, магний или хром? Почему? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов атмосферной коррозии. Какой состав продуктов коррозии?

6. В раствор электролита, содержащего растворенный кислород, опустили цинковую пластинку и цинковую пластинку, частично покрытую медью. В каком случае процесс коррозии цинка проходит интенсивнее? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов.

7. Какой из металлов является анодным покрытием изделия из кобальта:

- 1) Zn 2) Sn 3) Hg 4) Ag

8. Какой из металлов является катодным покрытием изделия из олова:

- 1) Ni; 2) Zn; 3) Cu; 4) Co

9. Как протекает анодный процесс атмосферной коррозии пары металлов кобальт-олово:



1. Как протекает катодный процесс атмосферной коррозии пары металлов цинк-олово:



8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – экзамен).

Билет включает контрольные вопросы по разделам 1, 2 и 3 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Классификация методов защиты металлов от коррозии и обоснование выбора метода защиты.

2. Защита металла от коррозии на стадии проектирования и изготовления.

3. Повышение коррозионной стойкости металла путем изменения химического и фазового состава: противокоррозионное легирование, противокоррозионное рафинирование, термообработка.

4. Удаление агрессивных компонентов, понижение концентрации окислителей. Ингибиторы коррозии.

5. Понятие и классификация способов электрохимической защиты. Принцип анодной защиты. Катодная защита от коррозии внешним источником тока. Критерии электрохимической защиты. Состав установок катодной защиты.

6. Элементы системы протекторной защиты. Материалы протекторов. Магниево-цинковые протекторные сплавы. Алюминиевые протекторные сплавы. Цинковые протекторные сплавы. Виды протекторов. Расчет параметров протекторной защиты. Протекторная защита в условиях блуждающих токов.

7. Дренажная защита. Классификация установок дренажной защиты. Расчет электродренажной защиты. Устройства электродренажной защиты.

8. Повышение эффективности катодной защиты на длительно эксплуатируемых трубопроводах.

9. Источники блуждающего тока, действующие на магистральные нефтегазопроводы.

Виды источников блуждающих токов. Классические источники блуждающих токов (техногенного характера). Неклассические источники блуждающих токов (природного характера). Методы защиты трубопроводов от действия блуждающих токов.

10. Классификация защитных покрытий. Методы получения. Горячее цинкование.
11. Плакирование.
12. Металлизация распылением. Электродуговая металлизация.
13. Плазменное и высокоскоростное напыление. Наплавка. Микродуговое оксидирование. Вакуумное напыление.
14. Термодиффузионная металлизация.
15. Неметаллические покрытия. Нанесение лакокрасочных покрытий.
16. Нанесение покрытий из порошков, суспензий и жидких композиций.
17. Защита химических аппаратов нематаллическими материалами. Аппаратура из нематаллических материалов.
18. Защита нематаллическими покрытиями. Нанесение лакокрасочных покрытий.
19. Нанесение покрытий из листов (плакирование, футеровка). Защита стальной и бетонной аппаратуры футеровкой штучными материалами.
20. Особенности проектирования футеровок химического оборудования.

Максимальное количество баллов за **экзамен** – 40 баллов.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для **экзамена** (3 семестр)

Экзамен по дисциплине «**Защита от коррозии промышленного оборудования**» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1, 2 и 3 рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **экзамена**:

«Утверждаю» Зав. кафедрой Т.А. Ваграмян (Подпись) «__» _____ 2024 г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра инновационных материалов и защиты от коррозии
	22.04.01 Материаловедение и технологии материалов Программа – «Инновационные материалы и защита от коррозии»
	Защита от коррозии промышленного оборудования
Билет № 1	
1. Элементы системы протекторной защиты. Материалы протекторов. Магниево-цинковые сплавы. Алюминиевые протекторные сплавы. Цинковые протекторные сплавы. Виды протекторов. Расчет параметров протекторной защиты. Протекторная защита в условиях блуждающих токов. 2. Классификация защитных покрытий. Методы получения. Горячее цинкование.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Цупак Т.Е., Капустин Ю.И., Новиков В.Т. Теоретические основы электрохимической коррозии металлов и методы защиты: учебное пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 147 с.
2. Лабораторный практикум по коррозии и защите металлов: учебное пособие / Н.Г. Бахчисарайцыян [и др.]; ред. Т. Е. Цупак. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 163 с.
3. Капустин, Ю. И. Непрерывный контроль коррозии работающего оборудования: учебное пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. – 71 с.
4. Капустин Ю.И., Ваграмян Т.А. Теоретические основы коррозии. Коррозия металлов и сплавов: Учебно-методические и методические пособия вуза – М.: Издательство РХТУ, 2020. – 100 с.

Дополнительная литература

1. Шлугер, М.А., Ажогин Ф.Ф., Ефимов Е.А. Коррозия и защита металлов: учебное пособие для металлургических специальностей вузов. - М.: Металлургия, 1981. – 216 с.
2. Улиг Г.Г., Ревы Р.У. Коррозия и борьба с ней. Введение в коррозионную науку и технику: Пер. с англ./Под ред. А.М. Сухотина. Л.: Химия, 1989. – 456 с.
3. Коррозия и защита от коррозии: учеб. пособие для вузов / И.В. Семенова, Г.М. Флорианович, А.В. Хорошилов; под ред. И.В. Семеновой. – М.: Физматлит, 2002. – 336 с.
4. Шевченко А.А. Химическое сопротивление неметаллических материалов и защита от коррозии: учебное пособие. – М.: Химия; М: КолосС, 2004. – 248 с

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Раздаточный иллюстративный материал к лекциям
2. Презентации к лекциям

Журналы

1. Гальванотехника и обработка поверхности. ISSN 0869-5326
2. Коррозия: материалы, защита. ISSN 1813-7016
3. Corrosion Science. ISSN 0010-938X
4. Практика противокоррозионной защиты. ISSN 1998-5738
5. Физикохимия поверхности и защита материалов (с 2008 г.). ISSN 0044-1856
6. Corrosion Engineering Science and Technology. ISSN 1478-422X
7. Corrosion Reviews. ISSN 03346005
8. Materials and Corrosion - Werkstoffe und Korrosion. ISSN 00432822

Интернет-ресурсы

<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.ru> - Научная библиотека Московского государственного университета

<http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов

<http://www.fips.ru/cd/fi/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 (8 шт).

10. 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 01.01.2023 составляет 1 727 628 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.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Защита от коррозии промышленного оборудования»* проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Электронные средства демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебная мебель.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплект презентаций к лекциям; наборы образцов различных материалов и покрытий.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; WEB-камеры; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; буклеты и каталоги оборудования, справочники по сырьевым материалам, справочники по наилучшим доступным технологиям электрохимических производств; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Рациональное противокоррозионное конструирование. Противокоррозионное легирование. Защита от коррозии обработкой среды	<i>Знает:</i> – общие сведения о свойствах конструкционных материалов; – основные источники коррозионного воздействия на конструкционные материалы, их качественные и количественные характеристики, методы и способы прогнозирования надежности оборудования и последствий коррозионного воздействия; – способы защиты от коррозии металлических и неметаллических материалов; <i>Умеет:</i> – обосновать конструкцию аппарата и комплекс мероприятий по защите оборудования и транспортных коммуникаций от коррозионного воздействия окружающей среды; – выбирать оптимальные методы противокоррозионной защиты; – разработать комплекс мероприятий по защите металлов от коррозии; <i>Владеет:</i> – методами оценки коррозионного поведения материалов и покрытий в конкретных условиях эксплуатации; – навыками реализации различных способов защиты материалов промышленного оборудования от коррозионного разрушения	Оценка за контрольные работы Оценка за реферат Оценка за экзамен

Раздел 2. Электрохимическая защита	<i>Знает:</i> – основные источники коррозионного воздействия на конструкционные материалы, их качественные и количественные характеристики, методы и способы прогнозирования надежности оборудования и последствий коррозионного воздействия; – способы защиты от коррозии металлических и неметаллических материалов; <i>Умеет:</i> – выбирать оптимальные методы противокоррозионной защиты; – разработать комплекс мероприятий по защите металлов от коррозии; <i>Владеет:</i> – методами оценки коррозионного поведения материалов и покрытий в конкретных условиях эксплуатации; – навыками реализации различных способов защиты материалов промышленного оборудования от коррозионного разрушения	Оценка за контрольные работы Оценка за реферат Оценка за экзамен
Раздел 3. Защитные покрытия	<i>Знает:</i> – основные источники коррозионного воздействия на конструкционные материалы, их качественные и количественные характеристики, методы и способы прогнозирования надежности оборудования и последствий коррозионного воздействия; – способы защиты от коррозии металлических и неметаллических материалов; <i>Умеет:</i> – выбирать оптимальные методы противокоррозионной защиты; – разработать комплекс мероприятий по защите металлов от коррозии; <i>Владеет:</i> – методами оценки коррозионного поведения материалов и покрытий в конкретных условиях эксплуатации; – навыками реализации различных способов защиты материалов промышленного оборудования от коррозионного разрушения	Оценка за контрольные работы Оценка за реферат Оценка за экзамен

13. 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 высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- 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 дисциплины
«Защита от коррозии промышленного оборудования»**

основной образовательной программы
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

«Инновационные материалы и защита от коррозии»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		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»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Ингибиторы коррозии»**

**Направление подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии
материалов**

**Магистерская программа – «Инновационные материалы и
защита от коррозии»**

Квалификация «магистр»

Москва 2024

Программа составлена доцентом кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии А.А. Абрашовым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии

«12» апреля 2024 г., протокол № 8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **22.04.01 Материаловедение и технологии материалов** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины **кафедрой инновационных материалов и защиты от коррозии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Ингибиторы коррозии»** относится к вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области теоретических основ коррозии.

Цель дисциплины – ознакомление студентов с классификацией основных ингибиторов коррозии, изучения их механизма действия и физико-механических свойств, рассмотрение новых перспективных ингибиторов и возможных путей их использования.

Задачи дисциплины – помочь студентам ознакомиться с существующими ингибиторами и выбрать из них наиболее подходящие соединения применительно к конкретным проявлениям коррозии.

– ознакомить студентов с общими закономерностями ингибирующего действия, присущих различным классам веществ.

Дисциплина **«Ингибиторы коррозии»** преподается во 2 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Участие в организации проведения проектов, исследований и разработок новых материалов композиций, научных и прикладных экспериментов по созданию новых процессов получения и обработки материалов, а также изделий	Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами	ПК-4. Способен оценить факторы, причины и следствия коррозии различных материалов и покрытий, осуществлять комплексный анализ коррозионного состояния оборудования и эффективности способов защиты от коррозии, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов	ПК-4.1. Знает теоретические основы электрохимии и коррозии, электроосаждения металлов и сплавов, формирования химических и конверсионных покрытий ПК-4.2. Умеет анализировать коррозионное состояние оборудования и эффективности способов защиты от коррозии с учетом их экологической безопасности, прогнозировать коррозионное поведение материалов и конструкций, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов ПК-4.3. Владеет навыками определения коррозионной стойкости, защитной способности металлических	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по электрохимической защите от коррозии линейных сооружений и объектов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.10.2021 №714н. Д Управление системой электрохимической защиты линейных сооружений и объектов (уровень квалификации – 7) Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки,

			и неметаллических материалов и покрытий	сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 года № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
Участие в организации и проведении проектов, исследований и разработок новых материалов композиций, научных и прикладных экспериментов по созданию новых процессов получения и обработки материалов, а также изделий	Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами	ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять технологические процессы в области защиты от коррозии; осуществлять выбор материалов для изготовления основного и вспомогательного оборудования и коммуникационных сетей	ПК-5.1. Знает методы и виды коррозионной защиты материалов, конструкций и сооружений, требования к системам противокоррозионной защиты и способы их реализации ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические процессы в области защиты от коррозии, определять пригодность поверхности к обработке с целью придания требуемых функциональных свойств	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по электрохимической защите от коррозии линейных сооружений и объектов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.10.2021 №714н. D Управление системой

				электрохимической защиты линейных сооружений и объектов (уровень квалификации – 7) Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 года № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
--	--	--	--	--

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- основные источники коррозионного воздействия на конструкционные материалы, их качественные и количественные характеристики, методы и способы прогнозирования надежности оборудования и последствий коррозионного воздействия;

- требования к ингибиторам коррозии; основные виды и характеристики ингибиторов коррозии

- механизмы защитного действия ингибиторов коррозии в различных средах;

Уметь:

- оценивать выявлять закономерности течения коррозионных процессов;

- выбирать наиболее оптимальные виды ингибиторов коррозии и оценивать эффективность их для конкретных условий применения;

Владеть:

- методами оценки коррозионного поведения материалов и покрытий в конкретных условиях эксплуатации;

- навыками реализации ингибиторной защиты материалов от коррозионного разрушения.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,94	34	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0,94	34	25,5
Лекции	0,44	17	12,75
в том числе в форме практической подготовки	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,75
в том числе в форме практической подготовки	0,47	17	12,75
Самостоятельная работа	2,06	74	55,5
Контактная самостоятельная работа	2,06	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		73,6	55,2
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Теоретические основы ингибирования коррозии	44	14	7	7	7	7	-	-	30
1.1	Механизмы защитного действия ингибиторов коррозии в различных средах.	9	4	2	2	2	2	-	-	5
1.2	Первичное и вторичное ингибирование. Влияние концентрации ингибиторов на их защитные свойства.	14	4	2	2	2	2	-	-	10
1.3	Влияние кислорода и других окислителей на ингибирование коррозии в кислых средах.	11	-	1	1	-	-	-	-	10
1.4	Оценка эффективности действия ингибиторов, защитный эффект.	10	-	2	2	3	3	-	-	5
2.	Раздел 2. Технология применения ингибиторов коррозии в промышленности	64	20	10	10	10	10	-	-	44
2.1	Ингибиторы атмосферной коррозии (летучие ингибиторы).	14	4	2	2	2	2	-	-	10

2.2	Ингибиторы коррозии в водно-солевых системах. Ингибиторы кислотной коррозии. Ингибиторы кислотного травления. Ингибиторы соляно-кислотной обработки скважин. Ингибиторы сероводородной коррозии (СВК). Защитные свойства ингибиторов СВК. Ингибиторы углекислотной коррозии.	17	7	3	3	4	4	-	-	10
2.3	Ингибиторы-бактерициды. Ингибиторы-консерванты. Ингибиторы комплексного действия. Ингибиторы коррозии под напряжением. Ингибиторы-нейтрализаторы.	15	5	3	3	2	2	-	-	10
2.4	Консервация металлических изделий. Средства и методы консервации.	11	1	1	1	-	-	-	-	10
2.5	Методы противокоррозионной обработки котловой воды.	7	3	1	1	2	2	-	-	4
	ИТОГО	108	-	17	17	17	17	-	-	74

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Теоретические основы ингибирования коррозии

Классификация ингибиторов коррозии. Механизмы защитного действия ингибиторов коррозии в различных средах. Адсорбция ингибиторов. Влияние строения и свойств молекул. Влияние природы металла на адсорбируемость ингибитора. Влияние ингибиторов на катодный процесс и анодное растворение металлов в кислых средах. Влияние состава среды и специфики ее контакта с металлом. Первичное и вторичное ингибирование. Влияние концентрации ингибиторов на их защитные свойства. Влияние кислорода и других окислителей на ингибирование коррозии в кислых средах. Оценка эффективности действия ингибиторов, защитный эффект.

Раздел 2. Технология применения ингибиторов коррозии в промышленности

Назначение и область применения ингибиторов коррозии. Ингибиторы атмосферной коррозии (летучие ингибиторы). Ингибиторы коррозии в водно-солевых системах. Ингибиторы кислотной коррозии. Ингибиторы кислотного травления. Ингибиторы соляно-кислотной обработки скважин. Ингибиторы сероводородной коррозии (СВК). Защитные свойства ингибиторов СВК. Ингибиторы углекислотной коррозии. Ингибиторы-бактерициды. Ингибиторы-консерванты. Ингибиторы комплексного действия. Ингибиторы коррозии под напряжением. Ингибиторы-нейтрализаторы. Камерные ингибиторы коррозии. Консервация металлических изделий. Средства и методы консервации. Деаэрация. Обработка холодной и горячей воды. Подготовка воды для паровых котлов. Методы противокоррозионной обработки котловой воды.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2
	Знать:		
1	– основные источники коррозионного воздействия на конструкционные материалы, их качественные и количественные характеристики, методы и способы прогнозирования надежности оборудования и последствий коррозионного воздействия;	+	+
2	– требования к ингибиторам коррозии; основные виды и характеристики ингибиторов коррозии;	+	+
3	– механизмы защитного действия ингибиторов коррозии в различных средах;	+	+
	Уметь:		
4	– оценивать выявлять закономерности течения коррозионных процессов;	+	+
5	– выбирать наиболее оптимальные виды ингибиторов коррозии и оценивать эффективность их для конкретных условий применения;	+	+
	Владеть:		
6	– методами оценки коррозионного поведения материалов и покрытий в конкретных условиях эксплуатации;	+	+
7	– навыками реализации ингибиторной защиты материалов от коррозионного разрушения.	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>(профессиональные)</u> компетенции и индикаторы их достижения:			
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	
8	– ПК-4. Способен оценить факторы, причины и следствия коррозии различных материалов и покрытий, осуществлять комплексный анализ коррозионного состояния оборудования и эффективности способов защиты от коррозии, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов	– ПК-4.1. Знает теоретические основы электрохимии и коррозии, электроосаждения металлов и сплавов, формирования химических и конверсионных покрытий – ПК-4.2. Умеет анализировать коррозионное состояние оборудования и эффективности способов защиты от коррозии с учетом их экологической безопасности, прогнозировать коррозионное поведение материалов и конструкций, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов – ПК-4.3. Владеет навыками определения коррозионной	+

		стойкости, защитной способности металлических и неметаллических материалов и покрытий		
9	– ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять технологические процессы в области защиты от коррозии; осуществлять выбор материалов для изготовления основного и вспомогательного оборудования и коммуникационных сетей – ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять технологические процессы в области защиты от коррозии; осуществлять выбор материалов для изготовления основного и вспомогательного оборудования и коммуникационных сетей –	– ПК-5.1. Знает методы и виды коррозионной защиты материалов, конструкций и сооружений, требования к системам противокоррозионной защиты и способы их реализации – ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические процессы в области защиты от коррозии, определять пригодность поверхности к обработке с целью придания требуемых функциональных свойств	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Часы
1	1	Механизмы защитного действия ингибиторов коррозии в различных средах.	2
2	1	Первичное и вторичное ингибирование. Влияние концентрации ингибиторов на их защитные свойства.	2
3	1	Оценка эффективности действия ингибиторов, защитный эффект.	3
4	2	Ингибиторы атмосферной коррозии (летучие ингибиторы).	2
5	2	Ингибиторы коррозии в водно-солевых системах. Ингибиторы кислотной коррозии. Ингибиторы кислотного травления. Ингибиторы соляно-кислотной обработки скважин. Ингибиторы сероводородной коррозии (СВК). Защитные свойства ингибиторов СВК. Ингибиторы углекислотной коррозии.	4
6	2	Ингибиторы-бактерициды. Ингибиторы-консерванты. Ингибиторы комплексного действия. Ингибиторы коррозии под напряжением. Ингибиторы-нейтрализаторы.	2
7	2	Методы противокоррозионной обработки котловой воды.	2

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия не предусмотрены

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой* (2 семестр) 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 рабочей 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

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение

контрольных работ (максимальная оценка 40 баллов), реферата (максимальная оценка 20 баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

- 1 Ингибиторы коррозии в циркулирующих водных системах.
- 2 Ингибиторы коррозии для защиты нефтепромыслового оборудования.
- 3 Применение ингибиторов коррозии для повышения безопасности промышленных трубопроводов.
- 4 Защита от коррозии арматуры железобетонных конструкций с помощью ингибиторов, в том числе в агрессивных хлоридных средах, в бетонах с пониженными защитными свойствами.
- 5 Адсорбционные ингибиторы. Область малых и средних заполнений.
- 6 Адсорбционные ингибиторы. Область больших и предельных заполнений.
- 7 Влияние адсорбционных ингибиторов на механические свойства металлов.
- 8 Пассивирующие ингибиторы.
- 9 Применение ингибиторов коррозии в химических источниках тока.
- 10 Упаковочные материалы для металлоизделий на бумажной основе.
- 11 Виды антикоррозионной (ингибированной) бумаги и области ее применения.
- 12 Особенности производства антикоррозионной упаковочной бумаги, влияющие на ее качество.
- 13 Прогнозирование срока службы антикоррозионной упаковочной бумаги.
- 14 Физико-химические аспекты защиты металлов ингибиторами коррозии класса азолов.
- 15 Консервационные составы на основе водорастворимых ингибиторов коррозии.
- 16 Теория и практика создания ингибиторов коррозии для консервации сельскохозяйственной техники.
- 17 Ингибиторы коррозии для автотранспортного комплекса.
- 18 Аминофосфонатные ингибиторы коррозии стали.
- 19 Защитные свойства ингибиторов коррозии на основе азотсодержащих и бор-, азотсодержащих соединений.
- 20 Бактерицидная активность ингибиторов коррозии.
- 21 Ингибиторы коррозии и отложения осадков для систем водоциркуляции.
- 22 Ингибиторы коррозии для защиты от углекислотной коррозии при добыче природного газа.
- 23 Ингибиторы коррозии на основе гетероциклических аминов.
- 24 Экстракты растений как ингибиторы коррозии.
- 25 Методы испытаний ингибиторов коррозии.

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 40 баллов, по 20 баллов за каждую работу-

Контрольная работа №1 состоит из двух вопросов, предусматривающих развернутый ответ, относящихся к изучаемому разделу дисциплины.

Вариант № 1

1. Механизмы защитного действия ингибиторов коррозии в различных средах.
2. Оценка эффективности действия ингибиторов, защитный эффект.

Вариант № 2

1. Адсорбция ингибиторов.
2. Влияние природы металла на адсорбируемость ингибитора.

Вариант № 3

1. Влияние ингибиторов на катодный процесс и анодное растворение металлов в кислых средах.
2. Первичное и вторичное ингибирование.

Вариант № 4

1. Влияние состава среды и специфики ее контакта с металлом.
2. Влияние строения и свойств молекул.

Вариант № 5

1. Влияние кислорода и других окислителей на ингибирование коррозии в кислых средах.
2. Влияние концентрации ингибиторов на их защитные свойства.

Контрольная работа №2 состоит из двух вопросов, предусматривающих развернутый ответ, относящихся к изучаемому разделу дисциплины.

Вариант № 1

1. Ингибиторы атмосферной коррозии (летучие ингибиторы).
2. Ингибиторы-консерванты.

Вариант № 2

1. Ингибиторы сероводородной коррозии (СВК).
2. Ингибиторы-бактерициды.

Вариант № 3

1. Ингибиторы соляно-кислотной обработки скважин.
2. Ингибиторы коррозии под напряжением.

Вариант № 4

1. Ингибиторы углекислотной коррозии.
2. Консервация металлических изделий.

Вариант № 5

1. Ингибиторы кислотного травления.
2. Ингибиторы комплексного действия.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – зачет с оценкой).

Билет включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Классификация ингибиторов коррозии.
2. Механизмы защитного действия ингибиторов коррозии в различных средах.
3. Адсорбция ингибиторов. Влияние строения и свойств молекул. Влияние природы металла на адсорбируемость ингибитора.
4. Влияние ингибиторов на катодный процесс и анодное растворение металлов в кислых средах.
5. Влияние состава среды и специфики ее контакта с металлом.

6. Первичное и вторичное ингибирование.
7. Влияние концентрации ингибиторов на их защитные свойства.
8. Влияние кислорода и других окислителей на ингибирование коррозии в кислых средах.
9. Оценка эффективности действия ингибиторов, защитный эффект.
10. Назначение и область применения ингибиторов коррозии.
11. Ингибиторы атмосферной коррозии (летучие ингибиторы).
12. Ингибиторы коррозии в водно-солевых системах.
13. Ингибиторы кислотной коррозии.
14. Ингибиторы кислотного травления.
15. Ингибиторы соляно-кислотной обработки скважин.
16. Ингибиторы сероводородной коррозии (СВК). Защитные свойства ингибиторов СВК.
17. Ингибиторы углекислотной коррозии.
18. Ингибиторы-бактерициды.
19. Ингибиторы-консерванты.
20. Ингибиторы комплексного действия.
21. Ингибиторы коррозии под напряжением.
22. Ингибиторы-нейтрализаторы.
23. Консервация металлических изделий. Средства и методы консервации.
24. Деаэрация. Обработка холодной и горячей воды.
25. Подготовка воды для паровых котлов. Методы противокоррозионной обработки котловой воды.

Максимальное количество баллов за *зачет с оценкой* – 40 баллов.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (2 семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «*Ингибиторы коррозии*» проводится в 2 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины. Билет для *зачета с оценкой* состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для *зачета с оценкой*:

«Утверждаю» Зав. кафедрой Ваграмян Т.А. (Подпись) «__» _____ 2024 г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра инновационных материалов и защиты от коррозии
	22.04.01 Материаловедение и технологии материалов Программа – «Инновационные материалы и защита от коррозии»
	Ингибиторы коррозии
Билет № 1	
1. Механизмы защитного действия ингибиторов коррозии в различных средах.	
2. Ингибиторы сероводородной коррозии (СВК). Защитные свойства ингибиторов СВК.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Цупак Т.Е., Капустин Ю.И., Новиков В.Т. Теоретические основы электрохимической коррозии металлов и методы защиты: учебное пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 147 с.
2. Капустин Ю.И., Ваграмян Т.А. Теоретические основы коррозии. Коррозия металлов и сплавов: Учебно-методические и методические пособия вуза – М.: Издательство РХТУ, 2020. – 100 с.

Дополнительная литература

1. Лабораторный практикум по коррозии и защите металлов: учебное пособие / Н.Г. Бахчисарайцыян [и др.] ; ред. Т. Е. Цупак. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 163 с.
2. Розенфельд И.Л. Ингибиторы коррозии. М.: Химия, 1977. – 352 с.
3. Решетников С. М. Ингибиторы кислотной коррозии металлов. - Л.: Химия, 1986. – 144 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Раздаточный иллюстративный материал к лекциям
2. Презентации к лекциям

Журналы

1. Гальванотехника и обработка поверхности. ISSN 0869-5326
2. Коррозия: материалы, защита. ISSN 1813-7016
3. Corrosion Science. ISSN 0010-938X
4. Практика противокоррозионной защиты. ISSN 1998-5738
5. Физикохимия поверхности и защита материалов (с 2008 г.). ISSN 0044-1856
6. Corrosion Engineering Science and Technology. ISSN 1478-422X
7. Corrosion Reviews. ISSN 03346005
8. Materials and Corrosion - Werkstoffe und Korrosion. ISSN 00432822
9. International Journal of Corrosion and Scale Inhibition. ISSN 2305-6894

Интернет-ресурсы

<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.ru> - Научная библиотека Московского государственного университета

<http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов

<http://www.fips.ru/cd/fi/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 (8 шт).

10. 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 01.01.2023 составляет 1 727 628 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.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Ингибиторы коррозии»* проводятся в форме лекций, практических, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Электронные средства демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебная мебель.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплект презентаций к лекциям; наборы образцов различных материалов и покрытий.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; WEB-камеры; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям;

раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; буклеты и каталоги оборудования, справочники по сырьевым материалам, справочники по наилучшим доступным технологиям электрохимических производств; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Теоретические основы ингибирования коррозии	<i>Знает:</i> – основные источники коррозионного воздействия на конструкционные материалы, их качественные и количественные характеристики, методы и способы прогнозирования надежности оборудования и последствий коррозионного воздействия; – требования к ингибиторам коррозии; основные виды и характеристики ингибиторов коррозии; – механизмы защитного действия ингибиторов коррозии в различных средах; <i>Умеет:</i> – оценивать выявлять закономерности течения коррозионных процессов; – выбирать наиболее оптимальные виды ингибиторов коррозии и оценивать эффективность их для конкретных условий применения; <i>Владеет:</i> – методами оценки коррозионного поведения материалов и покрытий в конкретных условиях эксплуатации; – навыками реализации ингибиторной защиты материалов от коррозионного разрушения.	Оценка за контрольную работу Оценка за реферат Оценка за зачет с оценкой
Раздел 2. Технология применения ингибиторов коррозии в	<i>Знает:</i> – основные источники коррозионного воздействия на	Оценка за контрольную работу

промышленности	конструкционные материалы, их качественные и количественные характеристики, методы и способы прогнозирования надежности оборудования и последствий коррозионного воздействия; – требования к ингибиторам коррозии; основные виды и характеристики ингибиторов коррозии; – механизмы защитного действия ингибиторов коррозии в различных средах; <i>Умеет:</i> – оценивать выявлять закономерности течения коррозионных процессов; – выбирать наиболее оптимальные виды ингибиторов коррозии и оценивать эффективность их для конкретных условий применения; <i>Владеет:</i> – методами оценки коррозионного поведения материалов и покрытий в конкретных условиях эксплуатации; – навыками реализации ингибиторной защиты материалов от коррозионного разрушения.	Оценка за реферат Оценка за зачет с оценкой
----------------	--	---

13. 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 высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

– 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 дисциплины
«Ингибиторы коррозии»**

основной образовательной программы
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

«Инновационные материалы и защита от коррозии»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		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»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Коррозионное поведение наноструктурированных материалов»**

**Направление подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии
материалов**

**Магистерская программа – «Инновационные материалы и
защита от коррозии»**

Квалификация «магистр»

Москва 2024

Программа составлена д.п.н., профессором кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии Ю.И. Капустиным

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии
«12» апреля 2024 г., протокол № 8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **22.04.01 Материаловедение и технологии материалов** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины **кафедрой инновационных материалов и защиты от коррозии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Коррозионное поведение наноструктурированных материалов»** относится к части, формируемой участником образовательных отношений Б1.В.10. дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области коррозии материалов.

Цель дисциплины – приобретение знаний о причинах возникновения коррозии, способах ее обнаружения, выявлении потенциально опасных условий эксплуатации оборудования, возможности определения и вычисления предполагаемого срока службы оборудования и трубопроводов, создании оптимальных условий для их эксплуатации, осуществлении перехода от действий по устранению к профилактическим мерам

Задачи дисциплины – изучение коррозионного мониторинга реальных систем; получение знаний о конструкции и критериях выбора датчиков в зависимости от конкретных условий эксплуатации; освоение подходов к выбору возможного определения и вычисления предполагаемого срока службы оборудования и трубопроводов; рассмотрение методов электрохимической защиты металлических сооружений и конструкций, а также обоснование выбора метода защиты

Дисциплина **«Коррозионное поведение наноструктурированных материалов»** преподается в 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
1. Сбор и сравнительный анализ данных о существующих типах и марках материалов, их структуре и свойствах, способах разработки новых материалов с заданными технологическими и функциональными свойствами применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; 2. Анализ, обоснование и выполнение	1. Основные типы современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов; композитов и гибридных материалов; сверхтвердых материалов; интеллектуальных и наноматериалов, пленок и покрытий; 2. Технологические процессы производства,	ПК-2 Способен осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения	ПК-2.1. Знает способы оценки надежности и долговечности материалов и конечных изделий, используя сведения о взаимосвязи состава, структуры и эксплуатационных свойств.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии
			ПК-2.2. Умеет осуществлять рациональный выбор материалов, оптимизировать их расходование на основе анализа условий эксплуатации, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения.	
			ПК-2.3. Владеет навыками выбора и рационального использования материалов с учетом требования к комплексу физико-механических и эксплуатационных свойств, включая экологичность и экономическую	

технических проектов в части рационального выбора материалов в соответствии с заданными условиями при конструировании изделий, проектировании технологических процессов производства, обработки и переработки материалов, нетиповых средств для испытаний материалов, полуфабрикатов и изделий	обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами		эффективность.	материалов (уровень квалификации – 7)
Участие в организации и проведении проектов, исследований и разработок новых материалов и композиций, научных и прикладных экспериментов по	Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и	ПК-4. Способен оценить факторы, причины и следствия коррозии различных материалов и покрытий, осуществлять комплексный анализ коррозионного состояния оборудования и	ПК-4.2. Умеет анализировать коррозионное состояние оборудования и эффективности способов защиты от коррозии с учетом их экологической безопасности, прогнозировать коррозионное поведение материалов и конструкций, выбирать оптимальный	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки

созданию новых процессов получения и обработки материалов, а также изделий	приспособления; системы управления технологическими процессами	эффективности способов защиты от коррозии, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов	способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов	Профессиональный стандарт «Специалист по электрохимической защите от коррозии линейных сооружений и объектов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.10.2021 №714н. D Управление системой электрохимической защиты линейных сооружений и объектов (уровень квалификации – 7) Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. B Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
Участие в организации и проведении проектов, исследований и	Технологические процессы производства, обработки и модификации	ПК-6 Способен определять функциональные и коррозионные характеристики	ПК-6.1. Знает требования к функциональным и коррозионным характеристикам оборудования, материалов и	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта,

разработок новых материалов и композиций, научных и прикладных экспериментов по созданию новых процессов получения и обработки материалов, а также изделий	материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами	оборудования, материалов и покрытий, определять их соответствие заявленным потребительским характеристикам; осуществлять контроль качества материалов и покрытий с применением известных и модифицированных методов испытаний	покрытий, способы контроля, а также регламентирующие их нормативные документы.	проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по электрохимической защите от коррозии линейных сооружений и объектов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.10.2021 №714н. Д Управление системой электрохимической защиты линейных сооружений и объектов (уровень квалификации – 7) Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
			ПК-6.2. Умеет оценивать соответствие технологического процесса в области защиты от коррозии, а также материалов и оборудования современным требованиям с учетом экологической безопасности.	
			ПК-6.3. Владеет навыками тестирования материалов и покрытий, разработки стандартов на технологические процессы нанесения и методы контроля материалов и покрытий	

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать: принципы создания защитных покрытий со специальными свойствами; особенности коррозионного поведения нанопокровтий; влияние различных факторов на коррозионную стойкость наноматериалов; основные экспериментальные методы исследования структуры, физико-химических, механических и коррозионных свойств нанопокровтий.

Уметь: анализировать процессы, происходящие при формировании защитных нанопокровтий, полученных различными методами; обосновать выбор и способ формирования нанопокровтий в борьбе с коррозией.

Владеть: методами оценки коррозионного поведения наноматериалов материалов и покровтий в конкретных условиях эксплуатации.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,94	34	25,5
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,75
Самостоятельная работа	3,04	109,6	82,2
Контактная самостоятельная работа		0,2	0,15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		109,4	82,05
Вид контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часов			
		Всего	Лекции	Практи- ческие занятия	Самостоя- тельная работа
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
	Раздел 1 Коррозионное поведение нанокристаллических материалов	52	10	10	32
1.1	Коррозия и наноматериалы: термодинамические и кинетические факторы.	12	2	2	8
1.2	Коррозионная стойкость наноматериалов: влияние размера зерна.	12	2	2	8
1.3	Коррозионная стойкость наноматериалов: электрохимическое воздействие.	12	2	2	8
1.4	Электроосаждение: уникальная техника для наноматериалов	16	4	4	8
	Раздел 2 Использование наноматериалов в борьбе с коррозией.	56	7	7	42
2.1	Защита от окисления с использованием нанокристаллических структур.	10	2	0	8
2.2	Нанопокрyтия для улучшения коррозионно-механических (трибокоррозионных) характеристик материалов	11	1	2	8
2.3	Самовосстанавливающиеся нанопокрyтия для контроля коррозии.	11	1	2	8
2.4	Ингибиторы коррозии на основе наночастиц.	13	2	2	9
2.5	Полимерные нанокомпозиты для контроля коррозии	11	1	1	9
	Всего часов:	144	17	17	110

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Коррозионное поведение нанокристаллических материалов

1.1. Коррозия и наноматериалы: термодинамические и кинетические факторы. Термодинамика и кинетика коррозии являются ключом к пониманию и разработке наноразмерных материалов и их эксплуатации для предотвращения коррозии. В частности, наноразмерные размеры могут приводить к такому поведению этих материалов, которые обычно не наблюдаются в объеме. Актуальность использования кинетических и термодинамических соображений для гальванической коррозии обсуждается. Проанализировано применение этих основ для определения поведения коррозии в сплавах и нанослоях. Коррозионная стойкость наноматериалов: влияние размера зерна. Обсуждаются некоторые факторы, влияющие на коррозию нанокристаллических металлов, такие как граница зерен, атомная диффузия и характеристики раздела фаз на примере циркония и его сплавов.

1.2. Коррозионная стойкость наноматериалов: электрохимическое воздействие. Влияние нанокристаллизации на процесс активного растворения в условиях коррозии. Зависимость состава пассивной пленки, типа ее проводимости от размера зерна в процессе нанокристаллизации. Обсуждаются вопросы локальной коррозии в этих условиях.

1.3. Электроосаждение: уникальная техника для наноматериалов. Рассматриваются практические работы в этом направлении. Электроосаждение наноматериалов с использованием специальных методов для уменьшения размера зерна: токовое импульсное и обратно импульсное осаждение, шаблонное осаждение, использование добавок. Обсуждается осаждение наноструктурированных металлов, сплавов, металлических матричных композитов, многослойных и биосовместимых материалов.

Раздел 2. Использование наноматериалов в борьбе с коррозией.

2.1. Защита от окисления с использованием нанокристаллических структур. Рассматриваются коммерчески жизнеспособные пути обработки материалов для получения и сохранению устойчивых к окислению коррозионностойких нанокристаллических сплавов. Обсуждается влияние уменьшения размера зерна на селективное окисление сплавов и рост защитных окалин, таких как Al_2O_3 и Cr_2O_3 на внешних поверхностях при повышенных температурах. Излагаются результаты исследований по разработке устойчивых к окислению сплавов, сплавов с оксидными и керамическими покрытиями с нанокристаллическими и микрокристаллическими зернами. Нанопокрытия для улучшения коррозионно-механических (трибокоррозионных) характеристик материалов. Рассматривается роль наноматериалов в трибокоррозии, которая фокусируется на способности наночастиц обеспечивать смазывающий эффект наноструктурированных покрытий, таких как термически напыленные покрытия FeCu/WC-Co и WC-Co, электроосажденный сплав Ni-Co, Ni-нано SiC, химически легированный Ni-P- нано-SiC-покрытия и наноструктурированный титан. Также рассматриваются ограничения по использованию наночастиц и наноструктурированных покрытий в условиях трибокоррозии.

2.2. Самовосстанавливающиеся нанопокрытия для контроля коррозии. В этом разделе дается обзор нанотехнологий на основе самовосстанавливающихся покрытий. Обсуждаются различные точки зрения на концепцию самовосстановления с точки зрения технологии нанесения покрытий. Рассматриваются различные системы самовосстановления, состоящие из поверхностных покрытий на основе силановых покрытий, золь-гель покрытий и проводящих полимеров. Ингибиторы коррозии на основе

наночастиц. Наноматериалы как носители ингибиторов коррозии. Рассматриваются самоорганизующиеся нанофазы на различных поверхностях, таких как оксид никеля, оксид меди и оксид железа, и их влияние на коррозионную стойкость. Полимерные нанокомпозиты для контроля коррозии. Обсуждаются последние достижения в исследовании антикоррозионных полимерных покрытий. Влияние структуры и межфазных характеристик нанокомпозитов на антикоррозионное поведение полимерных покрытий.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	
	Знать:			
1	– принципы создания защитных покрытий со специальными свойствами;	+	+	
2	– особенности коррозионного поведения нанопокрытий;	+	+	
3	– влияние различных факторов на коррозионную стойкость наноматериалов;	+	+	
4	– основные экспериментальные методы исследования структуры, физико-химических, механических и коррозионных свойств нанопокрытий	+	+	
	Уметь:			
5	– анализировать процессы, происходящие при формировании защитных нанопокрытий, полученных различными методами;	+	+	
	Владеть:			
6	– методами оценки коррозионного поведения наноматериалов и покрытий в конкретных условиях эксплуатации;	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>(профессиональные)</u> компетенции и индикаторы их достижения:				
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК		
7	ПК-2 Способен осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения	– ПК-2.1. Знает способы оценки надежности и долговечности материалов и конечных изделий, используя сведения о взаимосвязи состава, структуры и эксплуатационных свойств. – ПК-2.2. Умеет осуществлять рациональный выбор материалов, оптимизировать их расходование на основе анализа условий эксплуатации, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения. – ПК-2.3. Владеет навыками выбора и рационального использования материалов с учетом требования к комплексу физико-механических и эксплуатационных свойств, включая экологичность и экономическую эффективность.	+	+

8	– ПК-4. Способен оценить факторы, причины и следствия коррозии различных материалов и покрытий, осуществлять комплексный анализ коррозионного состояния оборудования и эффективности способов защиты от коррозии, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов	– ПК-4.2. Умеет анализировать коррозионное состояние оборудования и эффективности способов защиты от коррозии с учетом их экологической безопасности, прогнозировать коррозионное поведение материалов и конструкций, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов	+	+
9	– ПК-6. Способен определять функциональные и коррозионные характеристики оборудования, материалов и покрытий, определять их соответствие заявленным потребительским характеристикам; осуществлять контроль качества материалов и покрытий с применением известных и модифицированных методов испытаний	– ПК-6.1. Знает требования к функциональным и коррозионным характеристикам оборудования, материалов и покрытий, способы контроля, а также регламентирующие их нормативные документы. – ПК-6.2. Умеет оценивать соответствие технологического процесса в области защиты от коррозии, а также материалов и оборудования современным требованиям с учетом экологической безопасности. – ПК-6.3. Владеет навыками тестирования материалов и покрытий, разработки стандартов на технологические процессы нанесения и методы контроля материалов и покрытий	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ темы	Ауд. часов	Содержание практических занятий
1	1.1	4	Коррозия наноматериалов: термодинамические и кинетические факторы.
2	1.3	4	Коррозионная стойкость наноматериалов.
3	1.4	4	Электроосаждение: уникальная техника для наноматериалов
4	2.1	1	Защита от окисления с использованием нанокристаллических структур.
5	2.4	4	Ингибиторы коррозии на основе наночастиц. Контрольные работа №1,2
	Итого	17	

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия не предусмотрены

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче **зачета с оценкой** (3 семестр) 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 рабочей 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

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 20 баллов), написание реферата и его презентация (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Перечень примерных тем.

1. Примеры коррозионного поведения наноматериалов.

2. Примеры коррозионной стойкости наноматериалов: влияние размера зерна.
3. Методы получения нанокристаллических материалов и их влияние на коррозионное поведение нанопленок.
4. Примеры влияния нанокристаллизации на процесс активного растворения в условиях коррозии.
5. Примеры пассивирующей способности нанокристаллических материалов.
6. Зависимость состава пассивной пленки, типа ее проводимости от размера зерна в процессе нанокристаллизации.
7. Примеры локальной коррозии наноматериалов.
8. Примеры окислительной стойкости нанокристаллических металлов и сплавов.
9. Защита от окисления с использованием нанокристаллических структур.
10. Высокотемпературные стойкие к окислению металлические нанопокрyтия.
11. Керамические покpытия для высокотемпературной защиты от окисления
12. Электроосаждение: уникальная техника для наноматериалов (примеры).
13. Роль наночастиц в трибокоррозии.
14. Примеры нанопокpытия для улучшения коррозионно-механических (трибокоррозионных) характеристик материалов.
15. Наноматериалы как носители ингибиторов коррозии.
16. Наноконтейнеры в покpытиях.
17. Поверхностно-модифицированные наночастицы как ингибиторы коррозии.
18. Золь-гель нанопокpытия для коррозионной защиты.
19. Полимерные нанопокpытия для контроля коррозии.
20. Нанопокpытия для защиты аэрокосмических сплавов.
21. Наноструктурированные биоматериалы.
22. Наноконтейнеры на полимерной основе.
23. Наноконтейнеры на основе неорганических материалов модифицированные многослойными полиэлектролитами.
24. Примеры антикоррозионной эффективности покpытия, содержащих наноконтейнеры.
25. Самоорганизующиеся нанопленки на никелевой и медной поверхностях.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольных работы. Максимальная оценка за контрольные работы 40 баллов, по 20 баллов за каждую.

Контрольная работа № 1

Вариант тестовых вопросов (Тест 1)

1. В чем особенность использования диаграмм Пурбэ для нанокристаллических материалов?
 - Промежуточные продукты, их стабильность или пористость не учитываются.
 - Свободная энергия образования нанокристаллического кластера отличается от свободной энергии массивного материала.
 - Общая коррозия материала может быть незначительной в течение периода, предшествующего формированию конечного продукта.
2. Отметьте, какая из перечисленных стадий относится к стадии растворения металла?
 - металл легко теряет свой электрон непосредственно в окружающую среду без образования какой-либо пленки на ее поверхности.
 - на поверхности металла образуются пористые поверхностные продукты оксигидроксида.

- на поверхности металла образуется плотная оксидная пленка в результате реакции между ионами металла и оксигидроксида.
3. Чем определяется скорость коррозии металла в присутствии пористой или компактной пленки?
 - проводимостью пленки
 - скоростью пассивации пленки
 - структурой и стабильностью пленки
 4. Нанокристаллизация металлов/сплавов
 - увеличивает скорость коррозии для активных металлов
 - уменьшает размер зерна и увеличивает скорость коррозии пассивных материалов
 - уменьшает количество адсорбированных ионов хлора на поверхности материала
 5. В соответствии с уравнением Вагнера для селективного окисления
 - увеличение внешней диффузии легирующего элемента уменьшит минимальное содержание растворенного металла для образования эксклюзивной внешней оксидной пленки
 - уменьшение диффузии внутрь кислорода способствует улучшению высокотемпературной коррозионной стойкости подстилающих подложек
 6. В чём отличие кинетики высокотемпературного окисления нанокристаллических (НК) и микрокристаллических (МК) сплавов?
 - кинетика МК сплавов подчиняется параболической зависимости, в то время как для НК сплавов параболическая зависимость характерна лишь в начальный период времени
 - более высокой скоростью окисления зерен МК сплава по сравнению с НК сплавом одного и того же состава
 7. Экспериментальные наблюдения показали, что оксидные пленки, образовавшиеся на нанокристаллических покрытиях, обычно демонстрируют гораздо более высокую устойчивость к растрескиванию и расщеплению, чем те, которые образуются на микрокристаллическом сплаве. Чем это обусловлено?
 8. Какова роль многослойных керамических покрытий в условиях высокотемпературного окисления?
 - слоистая структура эффективно замедляет диффузию кислорода внутрь, что приводит к улучшению высокотемпературной коррозионной стойкости для подстилающих подложек
 - обеспечивают устойчивость к тепловому удару и повышают адгезию между термически выращенной оксидной пленкой и подложкой из сплава
 - наноразмерные частицы могут изменять механизм переноса массы в процессе окисления
 9. Каким критериям должны удовлетворять композитные покрытия для защиты от высокотемпературной коррозии?

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Σ
Баллы	1	1	1	1	1	1	1	1	2	10

Контрольная работа № 2

Вариант тестовых вопросов (Тест 2)

1. Укажите, что влияет на зародышеобразование на подложке металла?
Кристаллическая структура подложки

- Удельная свободная поверхностная энергия
Геометрические размеры электрода
- Известно, что распределение размеров электроосажденных кристаллов в значительной степени зависит от кинетики зарождения и роста. Какие типы зарождения кристаллов Вы знаете? Опишите их.
 - Согласно уравнению Кельвина, какие параметры химического и физического процесса контролируют размер и число осажденных ядер?
 - Почему импульсное электроосаждение оказалось одним из наиболее эффективных способов изготовления наноструктурированных металлических покрытий?
 - Какова отличительная особенность метода импульсного обратного тока? Какой эффект дает данная методика?
 - Укажите, какие из перечисленных методов электроосаждения металлов позволяют получать наноструктурированные металлические покрытия?
Электроосаждение на постоянном токе
Импульсное электроосаждение
Метод импульсного обратного тока
Электроосаждение с помощью шаблонов
 - Какова роль органических добавок в формировании нанокристаллической структуры при электроосаждении металлов?

Оценочный материал по контрольной работе №2

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	Σ
Баллы	1	1	1	2	2	1	2	10

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – зачет с оценкой)

Билет включает контрольные вопросы по всем разделам рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса (1 вопрос – 20 баллов, 2 вопрос – 20 баллов).

- Нанотехнология и коррозия.
- Коррозионное поведение наноматериалов.
- Роль наноматериалов в коррозионной защите.
- Коррозия и наноматериалы: термодинамические и кинетические факторы.
- Особенности термодинамики и кинетики коррозии наноматериалов.
- Диаграмма Пурбэ и ее применимость для наноматериалов.
- Коррозионная стойкость наноматериалов: влияние размера зерна.
- Факторы, влияющие на коррозию нанокристаллических металлов.
- Коррозионная стойкость наноматериалов: электрохимическое воздействие.
- Механизм коррозии нанокристаллитных материалов.
- Теория взаимодействия между границей зерен нанокристаллических металлов и движением электронов.
- Влияние нанокристаллизации на процесс активного растворения в условиях коррозии.
- Пассивирующая способность нанокристаллических материалов.
- Зависимость состава пассивной пленки, типа ее проводимости от размера зерна в процессе нанокристаллизации.
- Локальная коррозия наноматериалов.

16. Термическая стабильность и синтез нанокристаллических металлов и сплавов.
17. Деградация нанокристаллических металлов и сплавов в окружающей среде.
18. Окислительная стойкость нанокристаллических металлов и сплавов.
19. Защита от окисления с использованием нанокристаллических структур.
20. Влияние уменьшения размера зерна на селективное окисление сплавов и рост защитных окалин.
21. Высокотемпературные стойкие к окислению металлические покрытия.
22. Керамические покрытия для высокотемпературной защиты от окисления
23. Электроосаждение: уникальная техника для наноматериалов.
24. Электроосаждение наноматериалов с использованием специальных методов для уменьшения размера зерна.
25. Токовое импульсное и обратно импульсное осаждение наноматериалов.
26. Шаблонное осаждение наноматериалов.
27. Использование добавок при электроосаждении наноматериалов.
28. Роль наночастиц в трибокоррозии.
29. Нанопокрытия для улучшения коррозионно-механических (трибокоррозионных) характеристик материалов.
30. Ограничения по использования наночастиц и наноструктурированных покрытий в условиях трибокоррозии.
31. Наноматериалы как носители ингибиторов коррозии.
32. Наноконтейнеры в покрытиях.
33. Поверхностно-модифицированные наночастицы как ингибиторы коррозии.
34. Церий-активированные наночастицы как ингибиторы коррозии.
35. Функциональные наночастицы и наноструктуры в качестве носителей.
36. Бициды на основе наночастиц.
37. Самосборка нанопленок в качестве ингибиторов коррозии.
38. Самовосстанавливающиеся нанопокрытия для контроля коррозии.
39. Самоорганизующиеся нанофазы на различных поверхностях, таких как оксид никеля, оксид меди и оксид железа, и их влияние на коррозионную стойкость.
40. Золь-гель нанопокрытия для коррозионной защиты.
41. Органосилановые и обычные органические полимерные золь-гелевые покрытия.
42. Полимерные нанопокрытия для контроля коррозии.
43. Методы синтеза полимерных нанопокровтий.
44. Нанопокрытия для защиты аэрокосмических сплавов.
45. Наноструктурированные биоматериалы.
46. Наноконтейнеры на основе слоистых двойных гидроксидов.
47. Наноконтейнеры на полимерной основе.
48. Наноконтейнеры на основе неорганических материалов модифицированные многослойными полиэлектролитами.
49. Антикоррозионная эффективность покрытия, содержащих наноконтейнеры.
50. Самоорганизующиеся нанопленки на никелевой и медной поверхностях.

Максимальное количество баллов за **зачет с оценкой** (3 семестр) – 40 баллов.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (3 семестр).

Пример билета для **зачета с оценкой**:

<i>«Утверждаю»</i> _____ зав.кафедрой ИМиЗК (Подпись) (Т.А.Ваграмян) «__» _____ 2024 г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра инновационных материалов и защиты от коррозии
	22.04.01 – «Материаловедение и технологии материалов» Магистерская программа – «Инновационные материалы и защита от коррозии»
	Коррозионное поведение наноструктурированных материалов
Билет № 1 1. Особенности термодинамики и кинетики коррозии наноматериалов. 2. Токовое импульсное и обратно импульсное осаждение наноматериалов.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Цупак Т.Е., Капустин Ю.И., Новиков В.Т. Теоретические основы электрохимической коррозии металлов и методы защиты: учебное пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2013. – 147 с.
2. Лабораторный практикум по коррозии и защите металлов: учебное пособие / Н.Г. Бахчисарайцыян [и др.]; ред. Т. Е. Цупак. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 163 с.
3. Капустин, Ю. И. Непрерывный контроль коррозии работающего оборудования: учебное пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. – 71 с.
4. Капустин Ю.И., Ваграмян Т.А. Теоретические основы коррозии. Коррозия металлов и сплавов: Учебно-методические и методические пособия вуза – М.: Издательство РХТУ, 2020. – 100 с.

Дополнительная литература

1. Шлугер, М.А., Ажогин Ф.Ф., Ефимов Е.А. Коррозия и защита металлов: учебное пособие для металлургических специальностей вузов. - М.: Металлургия, 1981. – 216 с.
2. Улиг Г.Г., Ревы Р.У. Коррозия и борьба с ней. Введение в коррозионную науку и технику: Пер. с англ./Под ред. А.М. Сухотина. Л.: Химия, 1989. – 456 с.
3. Коррозия и защита от коррозии: учеб. пособие для вузов / И.В. Семенова, Г.М. Флорианович, А.В. Хорошилов; под ред. И.В. Семеновой. – М.: Физматлит, 2002. – 336 с.
4. Шевченко А.А. Химическое сопротивление неметаллических материалов и защита от коррозии: учебное пособие. – М.: Химия; М: КолосС, 2004. – 248 с

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Раздаточный иллюстративный материал к лекциям
2. Презентации к лекциям

Журналы

1. Гальванотехника и обработка поверхности. ISSN 0869-5326
2. Коррозия: материалы, защита. ISSN 1813-7016
3. Corrosion Science. ISSN 0010-938X
4. Практика противокоррозионной защиты. ISSN 1998-5738

5. Физикохимия поверхности и защита материалов (с 2008 г.). ISSN 0044-1856
6. Corrosion Engineering Science and Technology. ISSN 1478-422X
7. Corrosion Reviews. ISSN 03346005
8. Materials and Corrosion - Werkstoffe und Korrosion. ISSN 00432822

Интернет-ресурсы

<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.ru> - Научная библиотека Московского государственного университета
<http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
<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 (8 шт).

10. 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 01.01.2023 составляет 1 727 628 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.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Коррозионное поведение наноструктурированных материалов»* проводятся в форме лекций и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. 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 магистрантов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Презентация лекции в PowerPoint

11.3. 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.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Электронные презентации к разделам лекционного курса в PowerPoint.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

13. 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 высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;
- 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 дисциплины
«Коррозионное поведение наноструктурированных материалов»**

основной образовательной программы
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

«Инновационные материалы и защита от коррозии»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		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»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Лакокрасочные материалы и покрытия»**

**Направление подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии
материалов**

**Магистерская программа – «Инновационные материалы и защита от
коррозии»**

Квалификация «магистр»

Москва 2024

Программа составлена:

Программа составлена доцентом кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии к.т.н., доц. Н.А. Апановичем

доцентом кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии к.т.н. Мазуровой Д.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии «12» апреля 2024 г., протокол № 8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **22.04.01 Материаловедение и технологии материалов** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Лакокрасочные материалы и покрытия»** относится к вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области материаловедения, общей и неорганической химии, органической химии.

Цель дисциплины – приобретение студентами теоретических знаний, практических умений в области создания защитно-декоративных свойств промышленных и бытовых объектов и оборудования путем нанесения лакокрасочных покрытий на базе инновационных лакокрасочных материалов.

Задачи дисциплины –

- изучение основных механизмов и схем синтеза олигомеров пленкообразующих для получения лакокрасочных материалов;
- изучение типов диспергирующего оборудования для получения наполненных лакокрасочных материалов, их моделирование и технологический расчет;
- рассмотрение технологий получения лакокрасочных покрытий;
- ознакомление с основными модулями и оборудованием при создании лакокрасочных покрытий;
- изучение экологических проблем, связанных с лакокрасочными материалами.

Дисциплина **«Лакокрасочные материалы и покрытия»** преподается в 2 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3; ПК-6.1.

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Участие в организации и проведении проектов, исследований и разработок новых материалов и композиций, научных и прикладных экспериментов по созданию новых процессов получения и обработки материалов, а также изделий	Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами	ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять технологические процессы в области защиты от коррозии; осуществлять выбор материалов для изготовления основного и вспомогательного оборудования и коммуникационных сетей	ПК-5.1. Знает методы и виды коррозионной защиты материалов, конструкций и сооружений, требования к системам противокоррозионной защиты и способы их реализации ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические процессы в области защиты от коррозии, определять пригодность поверхности к обработке с целью придания требуемых функциональных свойств ПК-5.3. Владеет навыками подготовки поверхности к нанесению покрытий, контроля их качества, принятия решений по компоновке линий нанесения защитных металлических и неметаллических покрытий	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по электрохимической защите от коррозии линейных сооружений и объектов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.10.2021 №714н. D Управление системой электрохимической защиты линейных сооружений и объектов (уровень

				квалификации – 7) Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
--	--	--	--	---

Участие в организации и проведении проектов, исследований и разработок новых материалов и композиций, научных и прикладных экспериментов по созданию новых процессов получения и обработки материалов, а также изделий	Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами	ПК-6 Способен определять функциональные и коррозионные характеристики оборудования, материалов и покрытий, определять их соответствие заявленным потребительским характеристикам; осуществлять контроль качества материалов и покрытий с применением известных и модифицированных методов испытаний	ПК-6.1. Знает требования к функциональным и коррозионным характеристикам оборудования, материалов и покрытий, способы контроля, а также регламентирующие их нормативные документы.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по электрохимической защите от коррозии линейных сооружений и объектов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.10.2021 №714н. Д Управление системой электрохимической защиты линейных сооружений и объектов (уровень квалификации – 7) Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в
--	--	---	--	--

				области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
--	--	--	--	---

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- состояние рынка лакокрасочных материалов в РФ и за рубежом;
- типы энергосберегающих лакокрасочных материалов и покрытий на основе различных пленкообразующих;
- технологические основы схем производства лакокрасочных материалов и создания лакокрасочных покрытий;
- перспективные тенденции развития лакокрасочных материалов и покрытий на их основе;
- основные методы моделирования с учетом макрокинетики реакторов и технологических аппаратов;

Уметь:

- на основе полученных знаний в области разработок лакокрасочных материалов и покрытий создавать аппаратурно-технологические схемы их получения;
- выбирать наиболее экономически целесообразные методы создания лакокрасочных материалов и покрытий;
- разрабатывать перспективные направления научных исследований создания лакокрасочных материалов и покрытий на основе наноматериалов и нанотехнологий, биоактивных материалов и т.д.

Владеть:

- представлениями о мировых тенденциях в области создания лакокрасочных материалов и покрытий;
- особенностями применения различного оборудования для синтеза пленкообразующих, диспергирования и нанесения лакокрасочного покрытия.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,41	51	38,25
Лекции	0,94	34	25,5
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,75
Самостоятельная работа	1,59	57	42,75
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1,59	57	42,75
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	УП
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1	Раздел 1. Ресурсосберегающие технологии в производстве лакокрасочных материалов	42	-	14	-	6	-	-	-	22
1.1	Рынок лакокрасочных материалов	10		4		2				4
1.2	Пленкообразующее вещество как основа лакокрасочного материала	18		6		2				10
1.3	Производство пигментированных лакокрасочных материалов	14		4		2				8
2	Раздел 2. Экологически безопасные процессы окрашивания бытовых и промышленных изделий	66	-	20	-	11	-	-	-	35
2.1	Основные подходы к выбору технологии окрашивания промышленных изделий	17	-	4	-	3	-	-	-	10
2.2	Подготовка поверхности перед окрашиванием	13		4		2				7
2.3	Окрашивание изделий	12		4		2				6
2.4	Сушка лакокрасочных покрытий	12		4		2				6
2.5	Экологические проблемы окрасочных работ	12		4		2				6
	ИТОГО	108	-	34	-	17	-	-	-	57
	Экзамен	36								
	ИТОГО	144								

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Ресурсосберегающие технологии в производстве лакокрасочных материалов

1.1. Рынок лакокрасочных материалов.

Обзор рынка лакокрасочных материалов в РФ и за рубежом, тенденции его развития. Инновационные технологии создания лакокрасочных материалов (пэйнт-технологии) и примеры их реализации.

1.2. Пленкообразующее вещество как основа лакокрасочного материала

Классификация полимеров и реакций их синтеза. Аппаратурно-технологические схемы получения алкидных, акриловых и эпоксидных олигомеров. Влияния сырья на технико-экономические показатели синтеза. Расчет и моделирование реакторного оборудования.

1.3. Производство пигментированных лакокрасочных материалов

Технология получения наполненных лакокрасочных материалов. Аппаратурное оформления процессов диспергирования. Бисерные мельницы, их типы и фирмы-производители оборудования, обеспечение ресурсосбережения.

Раздел 2. Экологически безопасные процессы окрашивания бытовых и промышленных изделий

2.1. Основные подходы к выбору технологии окрашивания промышленных изделий

Коррозия металла. Лакокрасочные покрытия – основа противокоррозионной защиты. Факторы, влияющие на долговечность лакокрасочного покрытия и выбор технологии его получения. Стадии создания лакокрасочного покрытия.

2.2. Подготовка поверхности перед окрашиванием

Роль подготовки поверхности. Механические и химические методы подготовки поверхности. Абразивно-струйная очистка. Промышленные растворы химической подготовки поверхности. Методы и оборудование. Агрегаты химической подготовки поверхности.

2.3. Окрашивание изделий

Способы нанесения лакокрасочных материалов. Пневматическое и безвоздушное распыление. Окрасочные распылительные камеры. Фильтрация окрасочной пыли: водяная фильтрация и сухие фильтры.

2.4. Сушка лакокрасочных покрытий

Суть процесса сушки. Естественная и искусственная сушка. Способы искусственной сушки. Сушильные камеры.

2.5. Экологические проблемы окрасочных работ

Экологически полноценные технологии подготовки поверхности. Наноструктурированные конверсионные покрытия. Локальные очистные сооружения. Защита атмосферы при производстве окрасочных работ. Адсорбционный и окислительный методы очистки.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:				
1	- состояние рынка лакокрасочных материалов в РФ и за рубежом;		+	+	+
2	- типы энергосберегающих лакокрасочных материалов и покрытий на основе различных пленкообразующих;		+	+	+
3	- технологические основы схем производства лакокрасочных материалов и создания лакокрасочных покрытий;		+	+	+
4	- перспективные тенденции развития лакокрасочных материалов и покрытий на их основе;		+	+	+
5	- основные методы моделирования с учетом макрокинетики реакторов и технологических аппаратов;		+	+	+
	Уметь:				
6	- на основе полученных знаний в области разработок лакокрасочных материалов и покрытий создавать аппаратурно-технологические схемы их получения;		+	+	+
7	- выбирать наиболее экономически целесообразные методы создания лакокрасочных материалов и покрытий;		+	+	+
8	- разрабатывать перспективные направления научных исследований создания лакокрасочных материалов и покрытий на основе наноматериалов и нанотехнологий, биоактивных материалов и т.д.		+	+	+
	Владеть:				
9	- представлениями о мировых тенденциях в области создания лакокрасочных материалов и покрытий;		+	+	+
10	- особенностями применения различного оборудования для синтеза пленкообразующих, диспергирования и нанесения лакокрасочного покрытия.		+	+	+
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
11	ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять технологические процессы в области защиты от коррозии; осуществлять выбор материалов для изготовления основного и	ПК-5.1. Знает методы и виды коррозионной защиты материалов, конструкций и сооружений, требования к системам противокоррозионной защиты и способы их реализации	+	+	+

	вспомогательного оборудования и коммуникационных сетей	ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические процессы в области защиты от коррозии, определять пригодность поверхности к обработке с целью придания требуемых функциональных свойств	+	+	+
		ПК-5.3. Владеет навыками подготовки поверхности к нанесению покрытий, контроля их качества, принятия решений по компоновке линий нанесения защитных металлических и неметаллических покрытий	+	+	+
12	ПК-6 Способен определять функциональные и коррозионные характеристики оборудования, материалов и покрытий, определять их соответствие заявленным потребительским характеристикам; осуществлять контроль качества материалов и покрытий с применением известных и модифицированных методов испытаний	ПК-6.1. Знает требования к функциональным и коррозионным характеристикам оборудования, материалов и покрытий, способы контроля, а также регламентирующие их нормативные документы.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1	Раздел 1	Влияние сырья на технико-экономические показатели процесса синтеза. Решение экологических проблем, связанных с производством пленкообразующих веществ.	4
2	Раздел 1	Аппараты идеального смешения и вытеснения; их расчет и моделирование	6
3	Раздел 1	Особенности аппаратного оформления процесса получения пигментированных ЛКМ. Отличие в оборудовании при получении водно-дисперсионных и органорастворимых ЛКМ.	4
4	Раздел 2	Защитно-декоративные свойства лакокрасочного покрытия. Факторы, влияющие на долговечность лакокрасочного покрытия. Стадии его создания.	4
5	Раздел 2	Подготовка поверхности перед окрашиванием – основа качественного создания лакокрасочного покрытия. Подходы к созданию экологически безопасных методов химической подготовки поверхности. Локальные очистные установки	4
6	Раздел 2	Окраска жидкими, порошковыми лакокрасочными материалами и методом электроосаждения	4
7	Раздел 2	Требования к разработке окрасочных распылительных камер. Окрасочное оборудование тупикового и проходного типа.	4
8	Раздел 2	Комплексные окрасочные линии непрерывного и периодического действия. Охрана окружающей среды при производстве окрасочных работ.	4

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума по изучаемой дисциплине *«Лакокрасочные материалы и покрытия»* не предусмотрено учебным планом.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *экзамена* (2 семестр).

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 рабочей 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

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ, реферата (максимальная оценка 60 баллов), и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Тема реферата относится к разным разделам дисциплины. Он оценивается из 30 баллов.

1. Ресурсосберегающие технологии в производстве лакокрасочных материалов
2. Экологически безопасные процессы окрашивания бытовых и промышленных изделий
3. Ассортимент и системы лакокрасочных покрытий, применяемых для защиты от коррозии в химических производствах;
4. Нормирование расхода лакокрасочных материалов;
5. Типовые агрегаты комплексных окрасочных линий;
6. Требования техники безопасности, пожарной безопасности и производственной санитарии для окрасочных цехов и краскоприготовительных отделений.
7. Механические способы подготовки поверхности металлов под окраску.
8. Термические способы подготовки поверхности металлов под окраску. Применяемое оборудование.
9. Химический способ очистки металлов. Обезжиривание водными щелочными растворами. Основы способа, оборудование.
10. Химический способ очистки металлов. Обезжиривание органическими растворителями. Основы способа, оборудование.
11. Химический способ очистки металлов. Эмульсионное обезжиривание. Основы способа, оборудование.
12. Химический способ очистки металлов. Ультразвуковое и электрохимическое обезжиривание металлов. Основы способа, оборудование.
13. Нанесение лакокрасочных материалов методом пневматического распыления. Основы метода, технологические режимы, оборудование.
14. Нанесение лакокрасочных материалов методом электростатического распыления. Основы метода, технологические режимы, оборудование.
15. Нанесение лакокрасочных материалов методом окунания. Основы метода, технологические режимы, оборудование.
16. Нанесение лакокрасочных материалов методом струйного облива. Основы метода, технологические режимы, оборудование.
17. Электроосаждение лакокрасочных материалов из водных растворов.
18. Электрофоретическое нанесение дисперсий лакокрасочных материалов. Основы метода, технологические режимы, оборудование.
19. Нанесение лакокрасочных материалов методом хемоосаждения (автофоретическое осаждение), основы метода. Оборудование.
20. Нанесение лакокрасочных материалов валковым методом. Основы метода, технологические режимы, оборудование.
21. Нанесение порошковых лакокрасочных материалов в кипящем слое, технологические режимы, оборудование.
22. Нанесение порошковых лакокрасочных материалов в электрическом поле,

технические режимы, оборудование.

23. Газопламенное и плазменное напыление порошковых лакокрасочных материалов, технологические режимы и оборудование.

24. Струйное и тепловое напыление порошковых лакокрасочных материалов, технологические режимы и оборудование.

25. Конвективный способ отверждения покрытий. Оборудование.

26. Терморadiационный способ отверждение покрытий, применяемое оборудование.

27. Индукционный способ отверждение покрытий. Оборудование.

28. Радиационное отверждение покрытий, основы метода, оборудование.

29. Отверждение покрытий УФ-излучением. Материалы и оборудование.

30. Технологический процесс окраски древесины.

31. Технология защиты от коррозии лакокрасочными покрытиями. Области применения защитных лакокрасочных покрытий.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу), защита реферата. Максимальная оценка за контрольные работы составляет 15 баллов за каждую. Максимальная оценка за контрольные работы составляет 30 баллов, реферата – 30 баллов.

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 7,5 баллов за вопрос.

Вопрос 1.1.

1. Влияние сырья на технико-экономические показатели процесса синтеза..
2. Защитно-декоративные свойства лакокрасочного покрытия.

Вопрос 1.2.

1. Аппараты идеального смешения и вытеснения; их расчет и моделирование
2. Особенности аппаратного оформления процесса получения пигментированных ЛКМ.

Вопрос 1.3.

1. Особенности аппаратного оформления процесса получения пигментированных ЛКМ.
2. Решение экологических проблем, связанных с производством пленкообразующих веществ.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 7,5 баллов за вопрос.

Вопрос 2.1.

1. Факторы, влияющие на долговечность лакокрасочного покрытия.
2. Подготовка поверхности перед окрашиванием

Вопрос 2.2.

1. Окраска жидкими, порошковыми лакокрасочными материалами и методом электроосаждения.
2. Требования к разработке окрасочных распылительных камер.

Вопрос 2.3.

1. Комплексные окрасочные линии непрерывного и периодического действия.
2. Охрана окружающей среды при производстве окрасочных работ.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-2 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Наукоемкие (инновационные) технологии в ЛК отрасли – пэйнт-технологии.
2. Мировой рынок ЛКМ, перспективы развития.
3. Экологически полноценные ЛКМ.
4. Пленкообразующие материалы. Инженерные основы процессов синтеза. Примеры.
5. Алкидные пленкообразователи. Аппаратурно-технологические схемы. Изменение температуры синтеза в процессе.
6. Эпоксидные пленкообразующие. Аппаратурно-технологические схемы.
7. Акриловые пленкообразующие. Особенности синтеза.
8. Классификация оборудования для создания наполненных ЛКМ.
9. Технологическая схема создания порошковых ЛКМ, особенности нанесения покрытий.
10. Моделирование реакторных процессов. Примеры.
11. Бисерные мельницы, типы и способы технологического расчета схемы.
12. Коррозия металла. Структура противокоррозионной защиты.
13. Факторы, влияющие на выбор ЛКП. Основные назначения ЛКП. Стадии получения ЛКП.
14. Роль подготовки поверхности перед окрашиванием. Задачи механической и химической подготовки поверхности.
15. Абразивно-струйная очистка как наиболее эффективный метод механической подготовки поверхности.
16. Абразивно-струйная очистка сжатым воздухом. Применяемое оборудование, дробеструйные камеры. Требования к сжатому воздуху.
17. Химические методы обработки для создания физико-механических и защитных свойств покрытий. Существующие водные составы.
18. Оборудование при обработке поверхности методом погружения. Достоинства и недостатки метода.
19. Оборудование для подготовки поверхности методом струйного облива. Камеры тупикового и проходного типа. Метод пароструйной подготовки.
20. Методы окрашивания изделий в соответствии с ГОСТ 5.105-80. Примеры.
21. Пневматическое и безвоздушное распыление. Преимущество и недостатки.
22. Окрасочные распылительные камеры. Классификация. Требования к оборудованию.
23. Очистка воздуха от красочного аэрозоля. Камеры с сухой фильтрацией и гидрофильтрами.
24. Сушка ЛКП. Естественная сушка и способы искусственной сушки. Сушильные камеры.
25. Экологически полноценные технологии подготовки поверхности. Локальные очистные сооружения.
26. Защита атмосферы при производстве окрасочных работ. Методы обезвреживания вентиляционных выбросов окрасочно-сушильного оборудования.
27. Комплексные окрасочные линии непрерывного и периодического действия.
28. Охрана окружающей среды при производстве окрасочных работ.
29. Защитно-декоративные свойства лакокрасочного покрытия.
30. Факторы, влияющие на долговечность лакокрасочного покрытия.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (2 семестр).

Экзамен по дисциплине «**Лакокрасочные материалы и покрытия**» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-2 рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **экзамена**:

«Утверждаю» _____ зав. кафедрой Т.А. Ваграмян (Подпись) «__» _____ 2024 г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра инновационных материалов и защиты от коррозии
	22.04.01 Материаловедение и технологии материалов Магистерская программа – «Инновационные материалы и защита от коррозии»
	Лакокрасочные материалы и покрытия
Билет № __ 1. Научные (инновационные) технологии в лакокрасочной отрасли – Пэйнт-технологии 2. Коррозия металла. Структура противокоррозионной защиты. Защитные лакокрасочные материалы 3. Вопрос по теме реферата .	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Мельников, В.Н. Материаловедение и технологии современных и перспективных неметаллических материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Н. Мельников. - Электрон. дан. - Екатеринбург: УрФУ, 2021. 168 с.
2. Степин, С.Н. Организация производства и оборудование для получения пигментированных лакокрасочных материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.Н. Степин, О.П. Кузнецова. – Электрон. дан. – Казань: КНИТУ, 2016. – 112 с.

Дополнительная литература

1. Шафигуллин, Н.К. Лакокрасочные материалы и покрытия: Терминологический словарь [Электронный ресурс] : словарь / Н.К. Шафигуллин, А.В. Сороков. – Электрон. дан. – Казань: КНИТУ, 2008. – 29 с.
2. Яковлев А.Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий 3-е изд., перераб. – СПб.: Химиздат, 2008. – 448 с.
3. Фрейтаг В., Стойе Д. Краски, покрытия и растворители. / Пер. с англ. под ред. Э.Ф. Ицко. СПб.: Профессия, 2007. 528 с.
4. Горловский И.А., Козулин Н.А., Евтюков Н.З. Оборудование заводов лакокрасочной промышленности. С.-П.: Химия, 1992. 336 с.
5. Сорокин М.Ф., Кочнова З.А., Шодэ Л.Г. Химия и технология пленкообразующих веществ. М.: Химия, 1989. 480 с.

6. Индейкин Е.А., Лейбзон Л.Н., Толмачев И.А. Пигментирование лакокрасочных материалов. Л.: Химия, 1986, 160 с.
7. Меньшиков В.В., Колесников В.А, Коммерциализация инновационных технологий. М.- ЛКМ-Пресс, 2009 г. – 84с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Промышленная окраска» ISSN 1992-447X
- Журнал «Лакокрасочная промышленность» ISSN

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

<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://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 рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 17, (общее число слайдов – 340);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 30).

10. 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 01.01.2023 составляет 1 727 628 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.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Лакокрасочные материалы и покрытия»* проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. 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 выходом в Интернет и доступом к базам данных.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплект презентаций к лекционным курсам; наборы образцов различных материалов и покрытий.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; WEB-камеры; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; буклеты и каталоги оборудования, справочники по сырьевым материалам, справочники по наилучшим доступным технологиям электрохимических производств; справочные материалы в печатном и электронном виде; электронная картотека по рентгенофазовому анализу.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Ресурсосберегающие технологии в производстве лакокрасочных материалов	<i>Знает:</i> - состояние рынка лакокрасочных материалов в РФ и за рубежом; - типы энергосберегающих лакокрасочных материалов и покрытий на основе различных пленкообразующих; - технологические основы схем производства лакокрасочных материалов и создания лакокрасочных покрытий; - перспективные тенденции развития лакокрасочных материалов и покрытий на их основе; - основные методы моделирования с учетом макрокинетики реакторов и технологических аппаратов; <i>Умеет:</i> - на основе полученных знаний в области разработок лакокрасочных материалов и покрытий создавать аппаратурно-технологические схемы их получения; - выбирать наиболее экономически целесообразные методы создания лакокрасочных материалов и покрытий; - разрабатывать перспективные направления научных исследований создания лакокрасочных материалов и покрытий на основе наноматериалов и нанотехнологий, биоактивных материалов и т.д. <i>Владеет:</i> - представлениями о мировых тенденциях в области создания лакокрасочных материалов и покрытий; - особенностями применения различного оборудования для синтеза пленкообразующих, диспергирования и нанесения	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за реферат Оценка за экзамен

	лакокрасочного покрытия.	
Раздел 2. Экологически безопасные процессы окрашивания бытовых и промышленных изделий	<i>Знает:</i> - состояние рынка лакокрасочных материалов в РФ и за рубежом; - типы энергосберегающих лакокрасочных материалов и покрытий на основе различных пленкообразующих; - технологические основы схем производства лакокрасочных материалов и создания лакокрасочных покрытий; - перспективные тенденции развития лакокрасочных материалов и покрытий на их основе; - основные методы моделирования с учетом макрокинетики реакторов и технологических аппаратов; <i>Умеет:</i> - на основе полученных знаний в области разработок лакокрасочных материалов и покрытий создавать аппаратурно-технологические схемы их получения; - выбирать наиболее экономически целесообразные методы создания лакокрасочных материалов и покрытий; - разрабатывать перспективные направления научных исследований создания лакокрасочных материалов и покрытий на основе наноматериалов и нанотехнологий, биоактивных материалов и т.д. <i>Владеет:</i> - представлениями о мировых тенденциях в области создания лакокрасочных материалов и покрытий; - особенностями применения различного оборудования для синтеза пленкообразующих, диспергирования и нанесения лакокрасочного покрытия. —	Оценка за контрольную работу №2 Оценка за реферат Оценка за <i>экзамен</i>

13. 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 высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- 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 дисциплины
«Лакокрасочные материалы и покрытия»**

**основной образовательной программы
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов
«Инновационные материалы и защита от коррозии»**

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		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»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Методы очистки сточных вод производств химической и
электрохимической обработки материалов»**

**Направление подготовки 22.04.01 Материаловедение и
технологии материалов**

**Магистерская программа – «Инновационные материалы
и защита от коррозии»**

Квалификация «магистр»

Москва 2024

Заведующим кафедрой инновационных материалов и защиты от коррозии, д.т.н., проф.
Т. А. Ваграмяном.

Доцентом кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии, к.т.н., Т.А.
Чудновой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
инновационных материалов и защиты от коррозии

«12» апреля 2024 г., протокол № 8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **22.04.01 Материаловедение и технологии материалов** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Инновационных материалов и защиты от коррозии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Методы очистки сточных вод производств химической и электрохимической обработки материалов»** относится к формируемой участниками образовательных отношений части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области методов очистки сточных вод.

Цель дисциплины – получение системы научных знаний в области современных методах, технологии и оборудования очистки сточных вод промышленных предприятий гальванического, металлургического профиля, а также печатных плат электронной техники.

Задачи дисциплины – обеспечить ресурсосбережение и экологическую безопасность электрохимических производств; познакомить с путями совершенствования электрохимических процессов и с путями обеспечения экологической безопасности производства; умение оценивать уровень экологического воздействия электрохимических производств на окружающую среду.

Дисциплина **«Методы очистки сточных вод производств химической и электрохимической обработки материалов»** преподается в 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	Химическое, химико-технологическое производство Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-2 Способен осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения	ПК-2.3. Владеет навыками выбора и рационального использования материалов с учетом требования к комплексу физико-механических и эксплуатационных свойств, включая экологичность и экономическую эффективность	Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработке, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
		ПК-4. Способен оценить факторы, причины и следствия коррозии различных	ПК-4.2. Умеет анализировать коррозионное состояние оборудования и эффективности способов защиты от коррозии с	

		материалов и покрытий, осуществлять комплексный анализ коррозионного состояния оборудования и эффективности способов защиты от коррозии, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов	учетом их экологической безопасности, прогнозировать коррозионное поведение материалов и конструкций, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов	
		ПК-6. Способен определять функциональные и коррозионные характеристики оборудования, материалов и покрытий, определять их соответствие заявленным потребительским характеристикам; осуществлять контроль качества материалов и	ПК-6.1. Знает требования к функциональным и коррозионным характеристикам оборудования, материалов и покрытий, способы контроля, а также регламентирующие их нормативные документы ПК-6.2. Умеет оценивать соответствие технологического процесса в области защиты от коррозии, а также материалов и оборудования современным требованиям с учетом экологической безопасности	

		покрытий с применением известных и модифицированных методов испытаний		
--	--	---	--	--

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- теоретические основы на которых базируются современные методы очистки сточных вод (физико-химические, электрохимические, мембранные);
- основные принципы, на которых основаны методы очистки сточных вод от ионов тяжёлых и цветных металлов, а также органических загрязнений;
- основные подходы, применяемые при выборе методов очистки сточных вод реальных промышленных предприятий;
- основное оборудование, которое применяется для реализации современных методов очистки сточных вод;

Уметь:

- применять полученные знания на практике при выборе методов очистки сточных вод промышленных предприятий;
- рационально подходить к выбору методов очистки сточных вод;
- готовить обоснование по рациональному водопотреблению;
- готовить обоснование по реконструкции очистных сооружений;
- выбирать на конкурентной основе базовое оборудование для водоочистки и водоподготовки;
- решать комплексные экологические проблемы гальванических производств, производства печатных плат электронной техники и лакокрасочных производств;
- выбирать технологии переработки и концентрирования осадков и твёрдых отходов, образующихся в процессах очистки сточных вод.

Владеть:

- информацией по основным методам очистки сточных вод промышленных предприятий;
- навыками по разработке и оптимизации существующих схем водоочистки промышленных предприятий;
- технологиями регенерации и обезвреживания технологических растворов гальванических производств, производства печатных плат электронной техники;
- методами расчёта экономической эффективности применяемых методов водоочистки;
- навыками подготовки технических заданий на реконструкцию очистных сооружений;
- навыками анализа эффективности работы установок по очистке воды.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,95	34	25,8
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,75
Самостоятельная работа	3	110	82,2
Контактная самостоятельная работа	3	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		109,6	82,2
Вид контроля:			
Вид итогового контроля:	Зач. с оц.		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Общие вопросы экологии и ресурсосбережения электрохимических производств	36	-	5	-	5	-	-	-	26
1.1	Факторы загрязнения окружающей среды. Основные положения концепции развития современного, экологически безопасного, ресурсосберегающего гальванического производства. Сравнительный технико-экономический анализ средств и методов очистки промышленных стоков от тяжелых цветных металлов, органических загрязнителей и др. токсичных загрязнений.	18	-	3	-	3	-	-	-	13
1.2	Технологические приемы, обеспечивающие экономию металлов, реагентов, воды и защиту окружающей среды. Предельно допустимые концентрации ионов металлов в сточных водах.	18	-	2	-	2	-	-	-	13
2.	Раздел 2. Очистка промывных и сточных вод в гальванотехнике и производстве печатных плат	36	-	4	-	4	-	-	-	26

2.1	Характеристика сточных вод. Классификация и физико-химические основы методов очистки гальваносток (электрохимические, мембранные, сорбционные). Преимущества и недостатки методов. Локальные методы извлечения ионов тяжелых цветных металлов (Cu, Ni, Cr, Al, Zn, Cd) из промывных вод с утилизацией ценных компонентов и возвратом воды. Мембранные, электрофлотационные, электрохимические и сорбционные установки.	18	-	2	-	2	-	-	-	13
2.2	Классификация технологических растворов. Общие подходы к проблеме. Базовые технологии регенерации растворов химического и электрохимического обезжиривания изделий, травления меди и ее сплавов. Составы растворов. Методы обезвреживания технологических растворов травления сталей. Оборудование, технологические схемы, регенерации отработанных растворов с утилизацией ценных компонентов. Проект типового участка по регенерации и обезвреживанию технологических (на примере никель- и медьсодержащих) растворов.	18	-	2	-	2	-	-	-	13
3.	Раздел 3. Обезвреживание и	36	-	4	-	4	-	-	-	26

	утилизация твердых отходов электрохимических производств									
3.1	Характеристика твердых отходов. Их классификация. Базовые технологии переработки, обезвреживания и утилизации гальваношламов с получением ценных продуктов (строительных материалов, пигментов, красок).	18	-	2	-	2	-	-	-	13
3.2	Современные технологии переработки отработанных аккумуляторов и гальванических элементов. Основные направления сокращения образующихся твердых отходов в гальванотехнике и производстве печатных плат.	18	-	2	-	2	-	-	-	13
4.	Раздел 4. Современные электрохимические технологии и оборудование для решения проблем экологии и ресурсосбережения.	36	-	4	-	4	-	-	-	32
4.1	Классификация методов. Базовые технологии и оборудование с использованием электрохимической науки в решении экологических проблем. Области применения электрохимических технологий. Материалы электродов, мембран, конструкции аппаратов.	18	-	2	-	2	-	-	-	16
4.2	Установки, использующие электромембранные процессы, электролиз, электрофлотацию,	18	-	2	-	2	-	-	-	16

	электрокоагуляцию, электродиализ для обеспечения очистки промывных и сточных вод от ионов тяжелых цветных металлов, органических загрязнителей до норм ПДК, а также для регенерации отработанных концентрированных растворов с возвратом их в технологический цикл									
	ИТОГО	144	-	17	-	17	-	-	-	110

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Общие вопросы экологии и ресурсосбережения электрохимических производств

1.1 Факторы загрязнения окружающей среды. Основные положения концепции развития современного, экологически безопасного, ресурсосберегающего гальванического производства. Сравнительный технико-экономический анализ средств и методов очистки промышленных стоков от тяжелых цветных металлов, органических загрязнителей и др. токсичных загрязнений.

1.2 Технологические приемы, обеспечивающие экономию металлов, реагентов, воды и защиту окружающей среды. Предельно допустимые концентрации ионов металлов в сточных водах.

Раздел 2. Очистка промывных и сточных вод в гальванотехнике и производстве печатных плат

2.1 Характеристика сточных вод. Классификация и физико-химические основы методов очистки гальваносточков (электрохимические, мембранные, сорбционные). Преимущества и недостатки методов. Локальные методы извлечения ионов тяжелых цветных металлов (Cu, Ni, Cr, Al, Zn, Cd) из промывных вод с утилизацией ценных компонентов и возвратом воды. Мембранные, электрофлотационные, электрохимические и сорбционные установки.

2.2 Классификация технологических растворов. Общие подходы к проблеме. Базовые технологии регенерации растворов химического и электрохимического обезжиривания изделий, травления меди и ее сплавов. Составы растворов. Методы обезвреживания технологических растворов травления сталей. Оборудование, технологические схемы, регенерации отработанных растворов с утилизацией ценных компонентов. Проект типового участка по регенерации и обезвреживанию технологических (на примере никель- и медьсодержащих) растворов.

Раздел 3. Обезвреживание и утилизация твердых отходов электрохимических производств

3.1 Характеристика твердых отходов. Их классификация. Базовые технологии переработки, обезвреживания и утилизации гальваншламов с получением ценных продуктов (строительных материалов, пигментов, красок).

3.2 Современные технологии переработки отработанных аккумуляторов и гальванических элементов. Основные направления сокращения образующихся твердых отходов в гальванотехнике и производстве печатных плат.

Раздел 4. Современные электрохимические технологии и оборудование для решения проблем экологии и ресурсосбережения.

4.1 Классификация методов. Базовые технологии и оборудование с использованием электрохимической науки в решении экологических проблем. Области применения электрохимических технологий. Материалы электродов, мембран, конструкции аппаратов.

4.2 Установки, использующие электромембранные процессы, электролиз, электрофлотацию, электрокоагуляцию, электродиализ для обеспечения очистки промывных и сточных вод от ионов тяжелых цветных металлов, органических загрязнителей до норм ПДК, а также для регенерации отработанных концентрированных растворов с возвратом их в технологический цикл

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	Знать:				
1	– теоретические основы на которых базируются современные методы очистки сточных вод (физико-химические, электрохимические, мембранные);	+	+	+	+
2	– основные принципы на которых основаны методы очистки сточных вод от ионов тяжёлых и цветных металлов, а так ж органических загрязнений;	+	+	+	+
3	– основные подходы применяемые при выборе методов очистки сточных вод реальных промышленных предприятий;	+	+	+	+
4	– основное оборудование которое применяется для реализации современных методов очистки сточных вод;	+	+	+	+
	Уметь:				
5	– применять полученные знания на практике при выборе методов очистки сточных вод промышленных предприятий;	+	+	+	+
6	– рационально подходить к выбору методов очистки сточных вод;	+	+	+	+
7	– готовить обоснование по рациональному водопотреблению;	+	+	+	+
8	– готовить обоснование по реконструкции очистных сооружений;	+	+	+	+
9	– выбирать на конкурентной основе базовое оборудование для водоочистки и водоподготовки;	+	+	+	+
10	– решать комплексные экологические проблемы гальванических производств, производства печатных плат электронной техники и лакокрасочных производств;	+	+	+	+
11	– выбирать технологии переработки и концентрирования осадков и твёрдых отходов.	+	+	+	+
	Владеть:				
12	– информацией по основным методам очистки сточных вод промышленных предприятий;	+	+	+	+
13	– навыками по разработке и оптимизации существующих схем водоочистки промышленных предприятий;	+	+	+	+
14	– технологиями регенерации и обезвреживания технологических растворов гальванических производств, производства печатных плат электронной техники;	+	+	+	+
15	– методами расчёта экономической эффективности экономической эффективности применяемых методов водоочистки;	+	+	+	+

16	– методами контроля загрязняющих веществ в сточных водах;		+	+	+	+
17	– навыками подготовки технических заданий на реконструкцию очистных сооружений;		+	+	+	+
18	– навыками анализа эффективности работы установок по очистке воды.		+	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения: (перечень из п.2)</u>						
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК				
19	– ПК-2. Способен осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения	ПК-2.3. Владеет навыками выбора и рационального использования материалов с учетом требования к комплексу физико-механических и эксплуатационных свойств, включая экологичность и экономическую эффективность	+	+	+	+
20	– ПК-4. Способен оценить факторы, причины и следствия коррозии различных материалов и покрытий, осуществлять комплексный анализ коррозионного состояния оборудования и эффективности способов защиты от коррозии, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов	ПК-4.2. Умеет анализировать коррозионное состояние оборудования и эффективности способов защиты от коррозии с учетом их экологической безопасности, прогнозировать коррозионное поведение материалов и конструкций, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов	+	+	+	+

21	ПК-6. Способен определять функциональные и коррозионные характеристики оборудования, материалов и покрытий, определять их соответствие заявленным потребительским характеристикам; осуществлять контроль качества материалов и покрытий с применением известных и модифицированных методов испытаний	ПК-6.1. Знает требования к функциональным и коррозионным характеристикам оборудования, материалов и покрытий, способы контроля, а также регламентирующие их нормативные документы ПК-6.2. Умеет оценивать соответствие технологического процесса в области защиты от коррозии, а также материалов и оборудования современным требованиям с учетом экологической безопасности	+	+	+	+
----	--	---	---	---	---	---

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Сравнительный технико-экономический анализ средств и методов очистки промышленных стоков от тяжелых цветных металлов, органических загрязнителей и др. токсичных загрязнений	3
2	1	Технологические приемы, обеспечивающие экономию металлов, реагентов, воды и защиту окружающей среды.	2
3	2	Классификация и физико-химические основы методов очистки гальваностоков (электрохимические, мембранные, сорбционные).	2
4	2	Проект типового участка по регенерации и обезвреживанию технологических (на примере никель- и медьсодержащих) растворов.	2
5	3	Базовые технологии переработки, обезвреживания и утилизации гальваношламов с получением ценных продуктов (строительных материалов, пигментов, красок).	2
6	3	Основные направления сокращения образующихся твердых отходов в гальванотехнике и производстве печатных плат.	2
7	4	Базовые технологии и оборудование с использованием электрохимической науки в решении экологических проблем.	2
8	4	Установки, использующие электромембранные процессы, электролиз, электрофлотацию, электрокоагуляцию, электродиализ для обеспечения очистки промывных и сточных вод от ионов тяжелых цветных металлов, органических загрязнителей до норм ПДК, а также для регенерации отработанных концентрированных растворов с возвратом их в технологический цикл.	2

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия не предусмотрены

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

– ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;

- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче **зачета с оценкой** (3 семестр) 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

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 30 баллов), реферата (максимальная оценка 30 баллов) и итогового контроля в форме **зач. с оц.** (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Максимальное количество баллов за реферативно-аналитическую работу – 30 баллов.

1. Проблемы экологии и ресурсосбережения электрохимических производств
2. Основные требования к современному гальваническому производству
3. Экологическая опасность гальванического производства
4. Основные физико-химические методы обработки и обезвреживания жидких отходов
5. Основные физико-химические методы обработки и обезвреживания жидких отходов (окисление, восстановление)
6. Физико-химические методы обработки и обезвреживания жидких отходов
7. Мембранные методы обработки и обезвреживания жидких отходов
8. Дополнительная информация по мембранным методам очистки природных и сточных вод
9. Дополнительная информация микрофльтрация
10. Электрохимические методы обработки и обезвреживания жидких отходов
11. Электрохимические. Гальванокоагуляция.
12. Электрофлотация
13. Дополнительная информация по интенсификации и повышению эффективности процессов очистки сточных вод.
14. Основные составляющие организации современного гальванохимического производства и очистных сооружений
15. Оборудование для очистных сооружений (линии обработки стоков)
16. Утилизация твёрдых металлургических отходов
17. Обезвреживание
18. Переработка
19. Экологические проблемы производства печатных плат электронной техники
20. Экологическое обеспечение окрасочных работ.
21. Ресурсосбережение
22. Рациональное водопотребление в гальванотехнике
23. Сорбционные технологии очистки сточных вод
24. Регенерация и обезвреживание технологических растворов (гальванотехника)
25. Регенерация и обезвреживание технологических растворов (печатные платы)

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольных работы (по одной контрольной работе по всем разделам). Максимальная оценка за 1 контрольную работу 10 баллов (3 семестр).

Примеры вопросов к контрольной работе. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 1 вопрос:

1. Характеристика сточных вод (СВ) промышленных предприятий.
2. Основные органические и неорганические загрязнения: композиции моющих средств, ионы тяжёлых металлов, лакокраска, ПАВ, нефтепродукты, соли.
3. Воздействие на окружающую среду и организм человека.
4. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих компонентов, рыбохозяйственного и культурно-бытового назначения; ГОСТы, Постановление Правительства РФ, другие нормативные документы.
5. Основные принципы (подходы) энергоэффективности, энерго- и ресурсосбережения.
6. Классификация (обзор) методов очистки сточных вод.
7. Принцип подбора технологических схем для очистки сточных вод.
8. Основные стадии (этапы).
9. Методы и установки для предварительной очистки СВ.
10. Примеры базовых технологий.
11. Современные технологии очистки сточных вод. Мембранные. Сорбционные. Электрохимические.
12. Подробно описываются основные особенности методов и оборудование, их реализующее; отмечаются наиболее приемлемые области применения, указываются достоинства и недостатки методов, существующие ограничения.
13. Примеры реализации технологий и оборудования.
14. Производители и поставщики (РФ, зарубежные).
15. Анализ информации по технологиям применяемых на предприятиях слушателей.
16. Реагентные (химические) методы очистки сточных вод.
17. Нейтрализация, окисление- восстановление, осаждение взвешенных веществ (седиментация, отстаивание).

Примеры вопросов к контрольным работам. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 5 баллов за вопрос.

1. Базовые схемы.
2. Особенности применения в комбинированных схемах.
3. Особенности организации реагентного хозяйства.
4. Установки для приготовления реагентов.
5. Способы введения и устройства для дозирования реагентов.
6. Подбор основных реагентов – коагулянтов и флокулянтов. Хранение и закупка реагентов.
7. Вторичное использование реагентов. Поставщики продукции
8. Электрофлотационная и электрофлотомембранная технология очистки сточных вод.
9. Оборудование и установки.
10. Технические решения и принципиальные схемы.
11. Примеры реализации ЭФ технологии для очистки сточных вод гальванических производств, печатных плат электронной техники, лакокрасочных производств.

12. Особенности очистки сточных вод от ионов тяжёлых металлов (ИТМ) в присутствии эмульсий нефтепродуктов и ПАВ.
13. Скорость и эффективность процесса.
14. Влияние природы и концентрации металлов, наличия ПАВ катионной, анионной, неионогенной природы, полиэлектролитов, природы и концентрации солевого компонента, кислотности среды, температуры и других параметров на эффективность процессов очистки СВ от ИТМ.
15. Влияние физико-химических свойств загрязнений на эффективность мембранных и электрофлотационных технологий очистки сточных вод.
16. Информационные ресурсы для технологов и специалистов по водоочистке.
17. Информационная база для подбора технологий и оборудования для очистки стоков «WAAM».
18. Очистка сточных вод химико-технологических и фармацевтических производств от высокотоксичных примесей органической природы.
19. Биологические методы очистки сточных вод от органических загрязнений.
20. Научно-техническая и патентная информация, базовые монографии, учебники и учебные пособия ведущих специалистов в области очистки сточных вод.
21. Методы и объекты анализа и контроля загрязняющих компонентов сточных вод. Основные требования и нормативные документы.
22. Приборы контроля и методики анализа неорганических загрязнений (катионы, анионы, ИТМ).
23. Приборы контроля и методики анализа растворимых и нерастворимых органических загрязнений (красители, нефтепродукты, ПАВ, СОЖ, масла, углеводороды и др.
24. Приборы и методы для определения физико-химических свойств воды и взвешенных веществ (окислительно-восстановительный потенциал, размеры и заряды частиц, вязкость, мицеллообразование ПАВ)
25. Твердые отходы (шламы) в процессах очистки сточных вод. Кондиционирование, хранение, утилизация.
26. Оборудование для обезвоживания: фильтр-прессы, вакуум-фильтры
27. Классы опасности отходов.
28. Очистка сточных вод от органических примесей растворимой и нерастворимой природы: красителей, растворителей, органического фоторезиста, композиций моющих средств и смывок, ПАВ различной природы, масел (включая моторных), СОЖ, бензинов и дизельного топлива, а также других нефтепродуктов.
29. Базовые методы (сорбция, флотация, деструкция и др.)
30. Базовое и вспомогательное оборудование для очистки сточных вод. Мембранное, сорбционное, флотационное и электрохимическое. Озонирование. Обеззараживание воды.
31. Технические решения (примеры реализации) применительно к очистке сточных вод автомоечных, лакокрасочных, гальванических производств, производств печатных плат электронной техники, химических источников энергии (свинцовых аккумуляторов), углеродных материалов.
32. Анализ очистных сооружений слушателей курса повышения квалификации. Поиск «слабых» узких мест и решений.
33. Сравнение методов (достоинства/недостатки) очистки сточных вод.
34. Техно-экономическая оценка (обоснование) выбора метода и оборудования для очистки сточных вод.
35. Опыт эксплуатации установок.
36. Возврат воды в технологический процесс (ионный обмен, мембранные технологии).

37. Анализ технологической (технической) информации по водопотреблению предприятий и слушателей.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.3. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (3 семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «*Методы очистки сточных вод*» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по модулям 1-4 и всей учебной программы дисциплины. Билет для **зачета с оценкой** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным модулям. Ответы на вопросы **зачета с оценкой** оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 20 баллов, второй – 20 баллов.

Пример билета для **вид контроля из УП**:

«Утверждаю» Зав. кафедрой, д.т.н., проф _____ Т.А. Ваграмян «__» _____ 2024 г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра инновационных материалов и защиты от коррозии
	22.04.01 Материаловедение и технологии материалов Программа – «Инновационные материалы и защита от коррозии»
	Методы очистки сточных вод производств химической и электрохимической обработки материалов
Билет № 1	
1. Вопрос Реагентные (химические) методы очистки сточных вод.	
2. Вопрос Классификация (обзор) методов очистки сточных вод.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Колесников А.В., Ильин В.И., Колесников В.А. Методы очистки сточных вод гальванохимических производств: учебное пособие – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, Т.І: Базовые технологии обезвреживания жидких отходов гальванохимической обработки поверхности. – 2018. – 164 с.
2. Колесников А.В., Ильин В.И., Колесников В.А. Методы очистки сточных вод гальванохимических производств: учебное пособие – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, Т.ІІ: Оборудование и технологии обработки воды на промышленных объектах гальванохимического производства. – 2018. – 204 с.
3. Колесников В.А., Ильин В.И. Экология и ресурсосбережение в электрохимических производствах. Механические и физико-химические методы очистки промывных и сточных вод: Учеб. пособие / РХТУ им. Д.И. Менделеева.-М., 2004.-240 с.
4. Ильин В.И., Колесников В.А. Экология и ресурсосбережение в электрохимических производствах. Электрофлотационная технология очистки сточных вод: Учеб. пособие / РХТУ им. Д.И. Менделеева. – М., 2003. – 104 с.

Дополнительная литература

1. Электрофлотационная технология очистки сточных вод промышленных предприятий / В. А. Колесников [и др.]; ред. В. А. Колесников. - М.: Химия, 2007. - 303 с.
2. Колесников, В. А. Принципы создания экотехнологий [Текст] / В. А. Колесников, А. Ю. Налетов; РХТУ им. Д.И. Менделеева. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2008. – 451 с.
3. Колесников В.А., Меньшутина Н.В. Анализ, проектирование технологий и оборудования для очистки сточных вод. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 266 с
4. Колесников В.А., Меньшутина Н.В. Анализ, проектирование технологий и оборудования для очистки сточных вод. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 266 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

1. Ж. Педагогический журнал. ISSN 2223-5434
2. Ж. Вестник образования России.
3. Ж. Новое образование. Практический научно-методический журнал.
4. Педагогическая наука и образование в России и за рубежом: региональные, глобальные и информационные аспекты. Электронный журнал. (rspu.edu.ru)
5. Ж. Перспективы науки и образования. ISSN: 2307-2334

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

6. Реферативный журнал «Химия» (РЖХ), серия М «Силикатные материалы», ISSN 0235-2206
7. Федеральный институт промышленной собственности <http://www1.fips.ru>
8. Федеральная служба по интеллектуальной собственности <http://www.rupto.ru>
9. The United States Patent and Trademark Office <http://www.uspto.gov>
10. The European Patent Office <http://ep.espacenet.com>
11. Политематические базы данных CAPLUS, COMPENDEX (США); INSPEC (Великобритания); PASCAL (Франция).
12. Базы цитирования РИНЦ, Web of Science, Scopus
13. Ресурсы ELSEVIER: <http://www.sciencedirect.com>
14. Ресурсы SPRINGER: <http://link.springer.com>

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- перечень индивидуальных заданий для выполнения в процессе прохождения дисциплины;
- банк тестовых заданий для итогового контроля прохождения дисциплины;
- методические указания для подготовки отчета по дисциплине.

10. 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 01.01.2023 составляет 1 727 628 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.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Методы очистки сточных вод производств химической и электрохимической обработки материалов»* проводятся в форме самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Электронные средства демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебная мебель.

Специализированное лабораторное исследовательское, испытательное и технологическое оборудование.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к лекционным курсам; наборы образцов металлических и неметаллических материалов и демонстрационных изделий из них; набор образцов типичного брака изделий; плакаты типовых постеров НИР, наборы продукции промышленных предприятий; наглядно-дидактический материал по материаловедению и защиты от коррозии.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы; экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; WEB-камеры; цифровая камера к оптическому микроскопу; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; каталоги типов и видов продукции из неметаллических материалов; каталоги продукции промышленных предприятий; раздаточный материал к лекционным курсам; учебные фильмы по процессам технологии и способам производства отдельных видов изделий;

электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; учебные фильмы к разделам дисциплин; электронные каталоги продукции; информационно-методические материалы в печатном и электронном виде по производству изделий из неметаллических материалов; сборники технологических схем, буклеты и каталоги оборудования, справочники по сырьевым материалам, справочники по наилучшим доступным по теме обработки поверхности металлов и пластмасс с использованием электролитических и химических процессов, обработки поверхностей, предметов или продукции органическими растворителями, производству полимеров, в том числе биоразлагаемых.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Общие вопросы экологии и ресурсосбережения электрохимических производств	Знает: - теоретические основы на которых базируются современные методы очистки сточных вод (физико-химические, электрохимические, мембранные); - основные принципы на которых основаны методы очистки сточных вод от ионов тяжёлых и цветных металлов, а так ж органических загрязнений; - основные подходы применяемые при выборе методов очистки сточных вод реальных промышленных предприятий; - основное оборудование которое применяется для реализации современных методов очистки сточных вод; Умеет: - применять полученные знания на практике при выборе методов очистки сточных вод промышленных предприятий; - рационально подходить к выбору методов очистки сточных вод; - готовить обоснование по рациональному водопотреблению;	Оценка за выполнение индивидуального задания Оценка за зачет с оц

	- готовить обоснование по реконструкции очистных сооружений; - выбирать на конкурентной основе базовое оборудование для водоочистки и водоподготовки; - решать комплексные экологические проблемы гальванических производств, производства печатных плат электронной техники и лакокрасочных производств; - выбирать технологии переработки и концентрирования осадков и твёрдых отходов. Владеет: - информацией по основным методам очистки сточных вод промышленных предприятий; - навыками по разработке и оптимизации существующих схем водоочистки промышленных предприятий; - технологиями регенерации и обезвреживания технологических растворов гальванических производств, производства печатных плат электронной техники; - методами расчёта экономической эффективности применяемых методов водоочистки; - методами контроля загрязняющих веществ в сточных водах; - навыками подготовки технических заданий на реконструкцию очистных сооружений; - навыками анализа эффективности работы установок по очистке воды.	
Раздел 2. Очистка промывных и сточных вод в гальванотехнике и производстве печатных плат	Знает: - теоретические основы на которых базируются современные методы очистки сточных вод (физико-химические, электрохимические, мембранные); - основные принципы на которых основаны методы очистки сточных вод от ионов тяжёлых и цветных металлов, а так ж	Оценка за выполнение индивидуального задания Оценка за зачет с оц

	органических загрязнений; - основные подходы применяемые при выборе методов очистки сточных вод реальных промышленных предприятий; - основное оборудование которое применяется для реализации современных методов очистки сточных вод; Умеет: - применять полученные знания на практике при выборе методов очистки сточных вод промышленных предприятий; - рационально подходить к выбору методов очистки сточных вод; - готовить обоснование по рациональному водопотреблению; - готовить обоснование по реконструкции очистных сооружений; - выбирать на конкурентной основе базовое оборудование для водоочистки и водоподготовки; - решать комплексные экологические проблемы гальванических производств, производства печатных плат электронной техники и лакокрасочных производств; - выбирать технологии переработки и концентрирования осадков и твёрдых отходов. Владеет: - информацией по основным методам очистки сточных вод промышленных предприятий; - навыками по разработке и оптимизации существующих схем водоочистки промышленных предприятий; - технологиями регенерации и обезвреживания технологических растворов гальванических производств, производства печатных плат электронной техники; - методами расчёта экономической эффективности экономической эффективности применяемых методов водоочистки; - методами контроля	
--	---	--

	загрязняющих веществ в сточных водах; - навыками подготовки технических заданий на реконструкцию очистных сооружений; - навыками анализа эффективности работы установок по очистке воды.	
Раздел 3. Обезвреживание и утилизация твердых отходов электрохимических производств	Знает: - теоретические основы на которых базируются современные методы очистки сточных вод (физико-химические, электрохимические, мембранные); - основные принципы на которых основаны методы очистки сточных вод от ионов тяжёлых и цветных металлов, а так ж органических загрязнений; - основные подходы применяемые при выборе методов очистки сточных вод реальных промышленных предприятий; - основное оборудование которое применяется для реализации современных методов очистки сточных вод; Умеет: - применять полученные знания на практике при выборе методов очистки сточных вод промышленных предприятий; - рационально подходить к выбору методов очистки сточных вод; - готовить обоснование по рациональному водопотреблению; - готовить обоснование по реконструкции очистных сооружений; - выбирать на конкурентной основе базовое оборудование для водоочистки и водоподготовки; - решать комплексные экологические проблемы гальванических производств, производства печатных плат электронной техники и лакокрасочных производств; - выбирать технологии переработки и концентрирования	Оценка за выполнение индивидуального задания Оценка за зачет с оц

	осадков и твёрдых отходов. Владеет: - информацией по основным методам очистки сточных вод промышленных предприятий; - навыками по разработке и оптимизации существующих схем водоочистки промышленных предприятий; - технологиями регенерации и обезвреживания технологических растворов гальванических производств, производства печатных плат электронной техники; - методами расчёта экономической эффективности применяемых методов водоочистки; - методами контроля загрязняющих веществ в сточных водах; - навыками подготовки технических заданий на реконструкцию очистных сооружений; - навыками анализа эффективности работы установок по очистке воды.	
Раздел 4. Современные электрохимические технологии и оборудование для решения проблем экологии и ресурсосбережения.	Знает: - теоретические основы на которых базируются современные методы очистки сточных вод (физико-химические, электрохимические, мембранные); - основные принципы на которых основаны методы очистки сточных вод от ионов тяжёлых и цветных металлов, а так ж органических загрязнений; - основные подходы применяемые при выборе методов очистки сточных вод реальных промышленных предприятий; - основное оборудование которое применяется для реализации современных методов очистки сточных вод; Умеет: - применять полученные знания на практике при выборе методов очистки сточных вод промышленных предприятий;	Оценка за выполнение индивидуального задания Оценка за зачет с оц.

	- рационально подходить к выбору методов очистки сточных вод; - готовить обоснование по рациональному водопотреблению; - готовить обоснование по реконструкции очистных сооружений; - выбирать на конкурентной основе базовое оборудование для водоочистки и водоподготовки; - решать комплексные экологические проблемы гальванических производств, производства печатных плат электронной техники и лакокрасочных производств; - выбирать технологии переработки и концентрирования осадков и твёрдых отходов. Владеет: - информацией по основным методам очистки сточных вод промышленных предприятий; - навыками по разработке и оптимизации существующих схем водоочистки промышленных предприятий; - технологиями регенерации и обезвреживания технологических растворов гальванических производств, производства печатных плат электронной техники; - методами расчёта экономической эффективности экономической эффективности применяемых методов водоочистки; - методами контроля загрязняющих веществ в сточных водах; - навыками подготовки технических заданий на реконструкцию очистных сооружений; - навыками анализа эффективности работы установок по очистке воды.	
--	---	--

13. 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 высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- 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 дисциплины
«Методы очистки сточных вод производств химической и электрохимической
обработки материалов»

основной образовательной программы

Направление подготовки 22.04.01 Материаловедение и
технологии материалов

Магистерская программа – «Инновационные материалы и защита от коррозии»

Квалификация «магистр»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		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»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Оборудование цехов защитных покрытий и основы проектирования»

Направление подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Магистерская программа – «Инновационные материалы и защита от коррозии»

Квалификация «магистр»

Москва 2024

Программа составлена ассистентом кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии Е.А. Желудковой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии
«12» апреля 2024 г., протокол № 8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **22.04.01 Материаловедение и технологии материалов** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Инновационных материалов и защиты от коррозии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Оборудование цехов защитных покрытий и основы проектирования»** относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области материаловедения, теоретических основ электроосаждения металлов, гальванотехники и обработки поверхности.

Цель дисциплины – получение системы знаний в области оснащения цехов защитных покрытий.

Задачи дисциплины – приобретение навыков расчетов гальванического оборудования и потребления ресурсов.

Дисциплина **«Оборудование цехов защитных покрытий и основы проектирования»** преподается в 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Знает принципы моделирования технологических процессов создания и обработки материалов с учетом экономических факторов и в соответствии с требованиями экологической и промышленной безопасности; УК-2.2. Умеет определять круг задач, планировать собственную деятельность в рамках реализации проекта, исходя из имеющихся ресурсов; соотносить главное и второстепенное, решать поставленные задачи в рамках избранных видов профессиональной деятельности УК-2.3. Владеет навыками реализации новых проектов и управления ими на всех этапах его жизненного цикла

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Участие в организации и проведении проектов, исследований и разработок новых материалов и композиций, научных и прикладных экспериментов по созданию новых процессов получения и обработки материалов, а также изделий.	Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами.	ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять технологические процессы в области защиты от коррозии; осуществлять выбор материалов для изготовления основного и вспомогательного оборудования и коммуникационных сетей.	ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические процессы в области защиты от коррозии, определять пригодность поверхности к обработке с целью придания требуемых функциональных свойств. ПК-5.3. Владеет навыками подготовки поверхности к нанесению покрытий, контроля их качества, принятия решений по компоновке линий нанесения защитных металлических и неметаллических покрытий	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по электрохимической защите от коррозии линейных сооружений и объектов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.10.2021 №714н. Д Управление системой электрохимической защиты

				линейных сооружений и объектов (уровень квалификации – 7) Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
Участие в организации и проведении проектов, исследований и разработок новых материалов и композиций, научных и прикладных экспериментов по	Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и	ПК-6. Способен определять функциональные и коррозионные характеристики оборудования, материалов и покрытий, определять их соответствие заявленным потребительским	ПК-6.2. Умеет оценивать соответствие технологического процесса в области защиты от коррозии, а также материалов и оборудования современным требованиям с учетом экологической безопасности.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой

созданию новых процессов получения и обработки материалов, а также изделий.	приспособления; системы управления технологическими процессами.	характеристикам; осуществлять контроль качества материалов и покрытий с применением известных и модифицированных методов испытаний.		востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по электрохимической защите от коррозии линейных сооружений и объектов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.10.2021 №714н. Д Управление системой электрохимической защиты линейных сооружений и объектов (уровень квалификации – 7) Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных
---	---	---	--	---

				технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
--	--	--	--	--

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- состав и назначение основных и вспомогательных помещений цехов защитных покрытий;
- состав и назначение основного и вспомогательного оборудования цехов защитных покрытий;
- принципы подбора и расчета характеристик оборудования цехов защитных покрытий;
- основные методы нейтрализации сочных вод цехов защитных покрытий.

Уметь:

- принимать решения по компоновке линий нанесения защитных покрытий;
- осуществлять выбор материалов для изготовления основного и вспомогательного оборудования и коммуникационных сетей;

Владеть:

- навыками расчета основного и вспомогательного оборудования и смежных систем;
- навыками составления материальных балансов технологических потоков;
- базовыми навыками комплексного анализа основных и вспомогательных технологических процессов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,89	68	51
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	1,42	51	38,25
Самостоятельная работа	4,11	148	111
Контактная самостоятельная работа	4,11	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		147,6	110,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Основное и вспомогательное оборудование цехов защитных покрытий. Экологические аспекты работы цехов защитных покрытий	56	-	10	-	-	-	-	-	46
2.	Раздел 2. Основы проектирования. Нормативное регулирование	87	-	7	-	40	-	-	-	40
3.	Раздел 3. Разработка проектной документации	73	-	-	-	11	-	-	-	62
	ИТОГО	216	-	17	-	51	-	-	-	148

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основное и вспомогательное оборудование цехов защитных покрытий. Экологические аспекты работы цехов защитных покрытий

Цехи нанесения защитных покрытий. Определение, структура, принципы функционирования. Линия – основная единица оборудования цеха. Внутренняя логика, возможные компоновочные решения.

Технологические схемы нанесения различных ЗП. Влияние технологической схемы нанесения и типа покрытия на состав основного и вспомогательного оборудования.

Состав линии нанесения ЗП (часть 1). Виды ванн, требования к ваннам, конструктивные элементы. Загрузочные устройства и приспособления (подвески, барабаны, колокола). Подъемно-транспортные устройства.

Состав линии нанесения ЗП (часть 2). Выпрямительные агрегаты, основные виды, принципы работы, достоинства и недостатки. Системы фильтрации и перемешивания растворов и электролитов. Обеспечение температурного режима.

Вода в гальваническом производстве. Категорирование воды, водоподготовка. Понятие уноса, расчет расхода промывной воды. Влияние схемы промывок на расход воды, оптимизация расхода.

Очистные сооружения. Значения ПДК. Существующие методы очистки сточных вод, взаимосвязь принятой схемы промывных операций и метода очистки воды.

Раздел 2. Нормативное регулирование

Определение фондов рабочего времени. Определение производственной программы цеха.

Технологические расчеты. Определение состава оборудования в зависимости от технологического процесса. Расчет количества основного и вспомогательного оборудования. Обоснование выбора схемы промывных операций, выбор методов нейтрализации сточных вод.

Энергетические расчеты. Расчет количества ресурсов, необходимых для функционирования оборудования. Выдача технических заданий на смежные разделы

Материальные расчеты. Расчет количества сырья и материалов. Составление материального баланса производства.

Расчет численности персонала цеха.

Нормативные и законодательные акты, регулирующие выполнение проектных работ. Использование нормативных документов при проектировании инженерных сетей и коммуникаций.

Раздел 3. Разработка проектной документации

Самостоятельная разработка раздела 5.7 проектной документации в соответствии с Постановлением 87 правительства РФ и техническим заданием.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:				
1	–	состав и назначение основного и вспомогательного оборудования цехов защитных покрытий;	+	+	+
2	–	принципы подбора и расчета характеристик оборудования цехов защитных покрытий;	+	+	+
3	–	основные методы нейтрализации сочных вод цехов защитных покрытий	+	+	+
	Уметь:				
4	–	принимать решения по компоновке линий нанесения защитных покрытий;	+	+	+
5	–	осуществлять выбор материалов для изготовления основного и вспомогательного оборудования и коммуникационных сетей.	+	+	+
	Владеть:				
6	–	навыками расчета основного и вспомогательного оборудования и смежных систем;	+	+	+
7	–	навыками составления материальных балансов технологических потоков;	+	+	+
8	–	базовыми навыками комплексного анализа основных и вспомогательных технологических процессов.	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>универсальные компетенции и индикаторы их достижения</i> :					
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
9	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Знает принципы моделирования технологических процессов создания и обработки материалов с учетом экономических факторов и в соответствии с требованиями экологической и промышленной безопасности; УК-2.2. Умеет определять круг задач, планировать собственную деятельность в рамках реализации проекта, исходя из имеющихся ресурсов; соотносить главное и второстепенное, решать поставленные задачи в рамках избранных видов профессиональной деятельности УК-2.3. Владеет навыками реализации новых проектов и управления ими на всех этапах его жизненного цикла	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения</i> :					

	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
10	ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять технологические процессы в области защиты от коррозии; осуществлять выбор материалов для изготовления основного и вспомогательного оборудования и коммуникационных сетей.	ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические процессы в области защиты от коррозии, определять пригодность поверхности к обработке с целью придания требуемых функциональных свойств. ПК-5.3. Владеет навыками подготовки поверхности к нанесению покрытий, контроля их качества, принятия решений по компоновке линий нанесения защитных металлических и неметаллических покрытий	+	+	+
11	ПК-6. Способен определять функциональные и коррозионные характеристики оборудования, материалов и покрытий, определять их соответствие заявленным потребительским характеристикам; осуществлять контроль качества материалов и покрытий с применением известных и модифицированных методов испытаний.	ПК-6.2. Умеет оценивать соответствие технологического процесса в области защиты от коррозии, а также материалов и оборудования современным требованиям с учетом экологической безопасности.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Часы
1	2	Проектная документация. Понятие ПД, нормативная документация, состав ПД. Порядок разработки расчетно-графической работы. Техническое задание.	4
2	2	Получение исходных данных для проектирования линии цинкования стальных деталей. Расчет площади единовременной загрузки, габаритов ванн, количества основного оборудования	4
3	2	Расчет количества вспомогательного оборудования. Определение схем промывок и разработка схемы ОС. Компоновка оборудования линии.	4
4	2	Технические задания на разработку смежных разделов ПД.	4
5	2	Расчет потребления ресурсов: вода, электроэнергия, сжатый воздух, вентиляция.	4
6	2	Расчет численности обслуживающего персонала	5
7	2	Определение систем вентиляции и канализации в соответствии с нормативной документацией.	5
8	2	Расчет состава сточной воды. Расчет оборудования ОС	5
9	2	Расчет материального баланса производства	5
10	3	Оформление тома ИОС.ТХ в соответствии с требованиями Постановления №87	11

6.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия не предусмотрены

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- регулярную проработку пройденного на лекциях, практических и лабораторных занятиях учебного материала и подготовку к выполнению контрольных работ по разделам дисциплины;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой 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 рабочей 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

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценки за выполнение расчетно-графической работы (максимальная оценка 60 баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика расчетно-графической работы

Разработка расчетно-графической работы строительства гальванического производства и очистных сооружений в объеме, определяемом разделом 5.7 Постановления №87 Правительства РФ. Линия _____ (вставить вид покрытия).

Линия: цинкование, кадмирование, оловянирование, никелирование, меднение, серебрение, фосфатирование, хромирование, оксидирование стали, анодирование, химическое никелирование.

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – зачет с оценкой)

Билет включает контрольные вопросы по разделам 1, 2 и 3 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Цехи нанесения защитных покрытий.
2. Определение, структура, принципы функционирования.
3. Линия – основная единица оборудования цеха. Внутренняя логика, возможные компоновочные решения.
4. Состав линии нанесения ЗП.
5. Виды ванн, требования к ваннам, конструктивные элементы. Загрузочные устройства и приспособления (подвески, барабаны, колокола). Подъемно-транспортные устройства.
6. Выпрямительные агрегаты, основные виды, принципы работы, достоинства и недостатки.
7. Системы фильтрации и перемешивания растворов и электролитов.
8. Обеспечение температурного режима
9. Вода в гальваническом производстве. Категорирование воды, водоподготовка.
10. Понятие уноса, расчет расхода промывной воды. Влияние схемы промывок на расход воды, оптимизация расхода.
11. Очистные сооружения. Значения ПДК.
12. Существующие методы очистки сточных вод, взаимосвязь принятой схемы промывных операций и метода очистки воды.
13. Проектная документация. Понятие ПД, нормативная документация, состав ПД.
14. Порядок разработки расчетно-графической работы. Техническое задание.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (3 семестр)

Зачет с оценкой по дисциплине «*Оборудование цехов защитных покрытий и основы проектирования*» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1,2 и 3 рабочей программы дисциплины. Билет для *зачета с оценкой* состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для *зачета с оценкой*:

«Утверждаю» Зав. кафедрой инновационных материалов и защиты от коррозии Т. А. Ваграмян (Подпись) «__» _____ 2024 г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра инновационных материалов и защиты от коррозии
	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов Магистерская программа – «Инновационные материалы и защита от коррозии»
	Оборудование цехов защитных покрытий и основы проектирования
Билет № 1 1. Системы фильтрации и перемешивания растворов и электролитов. 2. Вода в гальваническом производстве. Категорирование воды, водоподготовка.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Основы проектирования химических производств и оборудования: учебник / В. И. Косинцев [и др.]. - Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2011. – 396 с.
2. Серов А.Н., Апанович Н.А., Алешина В.Х., Крамков И.С., Плакатин П.А. Проектирование гальванических и лакокрасочных производств. Руководство по подготовке выпускной квалификационной работы: Учебно-методические и методические пособия вуза - М.: Издательство РХТУ, 2020. – 104 с.

Дополнительная литература

1. Основы проектирования химических производств: Учебник для вузов / Под ред. Михайличенко А.И. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. 332 с.
2. ГОСТ 9.314-90. Вода для гальванического производства и схемы промывок. Общие требования [Электронный ресурс].
3. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
4. ГОСТ 6709-72. Вода дистиллированная. Технические условия [Электронный ресурс].
5. ГОСТ 9.314-90. Вода для гальванического производства и схемы промывок. Общие требования [Электронный ресурс].
6. СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий [Электронный ресурс].

7. ГОСТ 9.305-84. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Операции технологических процессов получения покрытий [Электронный ресурс].

9.2 Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Раздаточный иллюстративный материал к лекциям и практическим занятиям
2. Презентации к лекциям и практическим занятиям

Журналы

1. Гальванотехника и обработка поверхности. ISSN 0869-5326
2. Журнал прикладной химии. ISSN 0044-4618
3. Journal of Applied Electrochemistry. ISSN 0021-891X
4. International Journal of Electrochemical Science. ISSN 14523981

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://bookfi.org> – 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.ru> – Научная библиотека Московского государственного университета.
- <http://window.edu.ru> – Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов.
- <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 рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8.

10. 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 01.01.2023 составляет 1 727 628 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.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Оборудование цехов защитных покрытий и основы проектирования*» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплект презентаций к лекциям; наборы образцов различных материалов и покрытий.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; WEB-камеры; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекциям; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; буклеты и каталоги оборудования, справочники по сырьевым материалам, справочники по наилучшим доступным технологиям электрохимических производств; справочные материалы в печатном и электронном виде; электронная картотека по рентгенофазовому анализу.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Основное и вспомогательное оборудование цехов защитных покрытий. Экологические аспекты	<i>Знает:</i> – состав и назначение основного и вспомогательного оборудования цехов защитных покрытий;	Оценка за расчетно-графическую работу

работы цехов защитных покрытий	– принципы подбора и расчета характеристик оборудования цехов защитных покрытий; – основные методы нейтрализации сочных вод цехов защитных покрытий <i>Умеет:</i> – принимать решения по компоновки линий нанесения защитных покрытий; – осуществлять выбор материалов для изготовления основного и вспомогательного оборудования и коммуникационных сетей. <i>Владеет:</i> – навыками расчета основного и вспомогательного оборудования и смежных систем; – навыками составления материальных балансов технологических потоков; – базовыми навыками комплексного анализа основных и вспомогательных технологических процессов.	Оценка за зачет с оценкой
Раздел 2. Основы проектирования	<i>Знает:</i> – состав и назначение основного и вспомогательного оборудования цехов защитных покрытий; – принципы подбора и расчета характеристик оборудования цехов защитных покрытий; – основные методы нейтрализации сочных вод цехов защитных покрытий <i>Умеет:</i> – принимать решения по компоновки линий нанесения защитных покрытий; – осуществлять выбор материалов для изготовления основного и вспомогательного оборудования и коммуникационных сетей. <i>Владеет:</i> – навыками расчета основного и вспомогательного оборудования и смежных систем; – навыками составления материальных балансов технологических потоков; – базовыми навыками комплексного анализа основных и вспомогательных технологических процессов.	Оценка за расчетно-графическую работу Оценка за зачет с оценкой
Раздел 3. Разработка проектной документации	<i>Знает:</i> – состав и назначение основного и вспомогательного оборудования цехов защитных покрытий;	Оценка за расчетно-графическую работу

	– принципы подбора и расчета характеристик оборудования цехов защитных покрытий; – основные методы нейтрализации сочных вод цехов защитных покрытий <i>Умеет:</i> – принимать решения по компоновки линий нанесения защитных покрытий; – осуществлять выбор материалов для изготовления основного и вспомогательного оборудования и коммуникационных сетей. <i>Владеет:</i> – навыками расчета основного и вспомогательного оборудования и смежных систем; – навыками составления материальных балансов технологических потоков; – базовыми навыками комплексного анализа основных и вспомогательных технологических процессов.	Оценка за зачет с оценкой
--	---	---------------------------

13. 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 высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- 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 дисциплины
«Оборудование цехов защитных покрытий и основы проектирования»**

**основной образовательной программы
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов**

«Инновационные материалы и защита от коррозии»

Форма обучения: **очная**

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		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»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Переработка и утилизация отходов производств химической и
электрохимической обработки материалов»**

**Направление подготовки 22.04.01 Материаловедение и
технологии материалов**

**Магистерская программа – «Материаловедение и защита
материалов от коррозии»**

Квалификация «магистр»

Москва 2024

Доцентом кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии,
к.т.н., Т.А. Чудновой

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
инновационных материалов и защиты от коррозии
«12» апреля 2024 г., протокол № 8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **22.04.01 Материаловедение и технологии материалов** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Инновационных материалов и защиты от коррозии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Переработка и утилизация отходов производств химической и электрохимической обработки материалов»** относится к формируемой участниками образовательных отношений части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области производств химической и электрохимической обработки материалов.

Цель дисциплины – получение знаний о технологиях и оборудовании для переработки и утилизации выбросов, сточных вод и твердых отходов производств химической и электрохимической обработки материалов, формирование навыков расчета экозащитного оборудования и использование их в профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины – обеспечить ресурсосбережение и экологическую безопасность электрохимических производств; познакомить с методами обеспечения экологической безопасности производства; умение оценивать уровень экологического воздействия электрохимических производств на окружающую среду.

Дисциплина **«Переработка и утилизация отходов производств химической и электрохимической обработки материалов»** преподается в 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники, а также комплекса работ по разработке технологической документации.	Химическое, химико-технологическое производство Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).	ПК-2. Способен осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения	ПК-2.3. Владеет навыками выбора и рационального использования материалов с учетом требования к комплексу физико-механических и эксплуатационных свойств, включая экологичность и экономическую эффективность	Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 года № 477н. В Разработке, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
		ПК-4. Способен оценить факторы, причины и следствия коррозии различных материалов и покрытий,	ПК-4.2. Умеет анализировать коррозионное состояние оборудования и эффективности способов защиты от коррозии с учетом их экологической безопасности, прогнозировать	

		осуществлять комплексный анализ коррозионного состояния оборудования и эффективности способов защиты от коррозии, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов	коррозионное поведение материалов и конструкций, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов	
		ПК-6. Способен определять функциональные и коррозионные характеристики оборудования, материалов и покрытий, определять их соответствие заявленным потребительским характеристикам; осуществлять контроль качества материалов и покрытий с применением	ПК-6.1. Знает требования к функциональным и коррозионным характеристикам оборудования, материалов и покрытий, способы контроля, а также регламентирующие их нормативные документы ПК-6.2. Умеет оценивать соответствие технологического процесса в области защиты от коррозии, а также материалов и оборудования современным требованиям с учетом экологической безопасности	

		известных и модифицированных методов испытаний		
--	--	--	--	--

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- принципы организации безотходных (малоотходных) производств;
- существующие технологии переработки и утилизации газообразных, жидких и твердых отходов производств химической и электрохимической обработки материалов;
- типы природоохранного оборудования;
- расчет аппаратов для обеспечения экологической безопасности производств химической и электрохимической обработки материалов.

Уметь:

- разрабатывать технологические решения по уменьшению (предотвращению) выбросов промышленных отходов в окружающую среду при создании (использовании) конкретных технологий производств химической и электрохимической обработки материалов;
- выбирать оптимальное оборудование для схем очистки выбросов, сбросов и переработки твердых отходов;
- применять теоретические знания, полученные в результате изучения дисциплины, по выбору современных методов переработки и утилизации отходов при поведении НИР и при написании научных статей и отчетов.

Владеть:

- методами расчета и выбора аппаратов для очистки выбросов, сточных вод и утилизации твердых отходов;
- определением класса опасности отходов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,95	34	25,8
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,75
Самостоятельная работа	3	110	82,2
Контактная самостоятельная работа	3	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		109,6	82,2
Вид контроля:			
Вид итогового контроля:	Зач. с оц.		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Сам. работа
1.	Раздел 1. Методы очистки и обезвреживания газовых выбросов	27	-	4	-	3	-	-	-	20
1.1	Источники образования и состав газовых выбросов производств химической и электрохимической обработки материалов. Классификация методов и аппаратов для обезвреживания газовых выбросов от различных примесей. Основные показатели процесса. Расчет предельно допустимого выброса (ПДВ). Очистка отходящих газов от аэрозолей. Основные свойства пылей и эффективность их улавливания. Механизмы осаждения. Пылеосадительные камеры. Инерционные пылеуловители. Циклоны. Вихревые пылеуловители. Очистка газов в фильтрах: фильтрующие перегородки; фильтры тонкой очистки, воздушные и	13	-	2	-	1	-	-	-	10

	промышленные фильтры. Тканевые, волокнистые и зернистые фильтры. Очистка газов в электрофильтрах. Улавливание туманов.									
1.2	Абсорбционные методы очистки газов. Достоинства и недостатки мокрых способов очистки. Полые газопромыватели (скрубберы). Насадочные газопромыватели. Скоростные газопромыватели (скрубберы Вентури). Адсорбционные и хемосорбционные методы очистки отходящих газов. Адсорбция паров органических растворителей. Виды адсорбентов и их характеристики. Активированные угли: виды, свойства и применение. Силикагели: виды, свойства и применение. Алумогели: виды, свойства и применение. Цеолиты: виды, свойства и применение. Иониты.	14	-	2	-	2	-	-	-	10
2.	Раздел 2. Методы очистки и обезвреживания сточных вод	64	-	7	-	7	-	-	-	50
2.1	Источники образования и состав сточных вод производств химической и электрохимической обработки материалов. Методы механической очистки сточных вод. Отстаивание: отстойники, тонкослойные	14	-	2	-	2	-	-	-	10

	отстойники. Удаление взвешенных частиц под действием центробежных сил и отжиманием: гидроциклоны, центрифуги									
2.2	Физико-химические методы очистки сточных вод. Коагуляция и флокуляция: коагулянты и флокулянты, механизмы процессов коагуляции и флокуляции. Оборудование и схемы. Флотация: механизм флотации, примеры напорной флотации и пенной сепарации. Адсорбция: сорбенты, адсорбционные установки, методы регенерации сорбентов. Ионный обмен: иониты, схемы ионообменных установок. Экстракция: стадии процесса и схемы экстракционных установок. Обратный осмос и ультрафильтрация. Электродиализ. Электрохимические методы: электрокоагуляция, электрофлотация, электролиз.	26	-	3	-	3	-	-	-	20
2.3	Нейтрализация, окисление и восстановление, удаление ионов тяжелых металлов Биохимические методы очистки сточных вод. Извлечение тяжелых металлов и сульфатов сульфатовосстанавливающими бактериями. Способы регенерации	24		2		2				20

	отработанных электролитов и схемы рекуперации отработанных растворов.									
3.	Раздел 3. Методы предотвращения образования, переработки и утилизации твердых отходов	53	-	6	-	7	-	-	-	40
3.1	Источники образования и состав твердых отходов производств химической и электрохимической обработки материалов. Способы извлечения отдельных тяжелых цветных металлов из гальванических шламов.	16	-	2	-	4	-	-	-	10
3.2	Утилизация гальваношламов в промышленности строительных материалов и дорожном строительстве, другие направления использования.	13	-	2	-	1	-	-	-	10
3.3	Экологически безопасное размещение не утилизируемых промышленных отходов: Классы опасности отходов. Определение класса опасности отходов. Площадки для временного хранения: устройство, контроль за состоянием окружающей среды и ее защита.	24		2		2				20
	ИТОГО	144	-	17	-	17	-	-	-	110

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Методы очистки и обезвреживания газовых выбросов

1.1 Источники образования и состав газовых выбросов производств химической и электрохимической обработки материалов.

Классификация методов и аппаратов для обезвреживания газовых выбросов от различных примесей. Основные показатели процесса. Расчет предельно допустимого выброса (ПДВ).

Очистка отходящих газов от аэрозолей. Основные свойства пылей и эффективность их улавливания. Механизмы осаждения. Пыleosадительные камеры. Инерционные пылеуловители. Циклоны. Вихревые пылеуловители. Очистка газов в фильтрах: фильтрующие перегородки; фильтры тонкой очистки, воздушные и промышленные фильтры. Тканевые, волокнистые и зернистые фильтры. Очистка газов в электрофильтрах. Улавливание туманов.

1.2 Абсорбционные методы очистки газов. Достоинства и недостатки мокрых способов очистки. Полые газопромыватели (скрубберы). Насадочные газопромыватели. Скоростные газопромыватели (скрубберы Вентури).

Адсорбционные и хемосорбционные методы очистки отходящих газов. Адсорбция паров органических растворителей. Виды адсорбентов и их характеристики. Активированные угли: виды, свойства и применение. Силикагели: виды, свойства и применение. Алюмогели: виды, свойства и применение. Цеолиты: виды, свойства и применение. Иониты.

Раздел 2. Методы очистки и обезвреживания сточных вод

2.1 Источники образования и состав сточных вод производств химической и электрохимической обработки материалов.

Методы механической очистки сточных вод. Отстаивание: отстойники, тонкослойные отстойники. Удаление взвешенных частиц под действием центробежных сил и отжиманием: гидроциклоны, центрифуги.

2.2 Физико-химические методы очистки сточных вод. Коагуляция и флокуляция: коагулянты и флокулянты, механизмы процессов коагуляции и флокуляции. Оборудование и схемы. Флотация: механизм флотации, примеры напорной флотации и пенной сепарации. Адсорбция: сорбенты, адсорбционные установки, методы регенерации сорбентов. Ионный обмен: иониты, схемы ионообменных установок. Экстракция: стадии процесса и схемы экстракционных установок. Обратный осмос и ультрафильтрация. Электродиализ. Электрохимические методы: электрокоагуляция, электрофлотация, электролиз

2.3 Нейтрализация, окисление и восстановление, удаление ионов тяжелых металлов

Биохимические методы очистки сточных вод. Извлечение тяжелых металлов и сульфатов сульфатовосстанавливающими бактериями.

Способы регенерации отработанных электролитов и схемы рекуперации отработанных растворов.

Раздел 3. Методы предотвращения образования, переработки и утилизации твердых отходов

3.1 Источники образования и состав твердых отходов производств химической и электрохимической обработки материалов.

Способы извлечения отдельных тяжелых цветных металлов из гальванических шламов.

3.2 Утилизация гальваношламов в промышленности строительных материалов и дорожном строительстве, другие направления использования.

3.3 Экологически безопасное размещение не утилизируемых промышленных отходов:

Классы опасности отходов. Определение класса опасности отходов.

Площадки для временного хранения: устройство, контроль за состоянием окружающей среды и ее защита.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
	Знать:				
1	– принципы организации безотходных (малоотходных) производств;	+	+	+	
2	– существующие технологии переработки и утилизации газообразных, жидких и твердых отходов производств химической и электрохимической обработки материалов;	+	+	+	
3	– типы природоохранного оборудования;	+	+	+	
4	– расчет аппаратов для обеспечения экологической безопасности производств химической и электрохимической обработки материалов.	+	+	+	
	Уметь:				
5	– разрабатывать технологические решения по уменьшению (предотвращению) выбросов промышленных отходов в окружающую среду при создании (использовании) конкретных технологий производств химической и электрохимической обработки материалов;	+	+	+	
6	– выбирать оптимальное оборудование для схем очистки выбросов, сбросов и переработки твердых отходов;	+	+	+	
7	– применять теоретические знания, полученные в результате изучения дисциплины, по выбору современных методов переработки и утилизации отходов при поведении НИР и при написании научных статей и отчетов ;	+	+	+	
	Владеть:				
8	– методами расчета и выбора аппаратов для очистки выбросов, сточных вод и утилизации твердых отходов;	+	+	+	
9	– определением класса опасности отходов			+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>					
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
10	ПК-2. Способен осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий	ПК-2.3. Владеет навыками выбора и рационального использования материалов с учетом требования к комплексу физико-механических и эксплуатационных свойств,	+	+	+

	эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения	включая экологичность и экономическую эффективность			
11	ПК-4. Способен оценить факторы, причины и следствия коррозии различных материалов и покрытий, осуществлять комплексный анализ коррозионного состояния оборудования и эффективности способов защиты от коррозии, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов	ПК-4.2. Умеет анализировать коррозионное состояние оборудования и эффективности способов защиты от коррозии с учетом их экологической безопасности, прогнозировать коррозионное поведение материалов и конструкций, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов	+	+	+
12	ПК-6. Способен определять функциональные и коррозионные характеристики оборудования, материалов и покрытий, определять их соответствие заявленным потребительским характеристикам; осуществлять контроль качества материалов и покрытий с применением известных и модифицированных методов испытаний	ПК-6.1. Знает требования к функциональным и коррозионным характеристикам оборудования, материалов и покрытий, способы контроля, а также регламентирующие их нормативные документы ПК-6.2. Умеет оценивать соответствие технологического процесса в области защиты от коррозии, а также материалов и оборудования современным требованиям с учетом экологической безопасности	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Расчет предельно допустимого выброса (ПДВ).	1
2	1	Расчет предельно допустимого выброса (ПДВ).	1
3	1	Адсорбционные и хемосорбционные методы очистки отходящих газов.	1
4	1	Адсорбционные и хемосорбционные методы очистки отходящих газов.	1
5	2	Источники образования и состав сточных вод производств химической и электрохимической обработки материалов	1
6	2	Методы и аппараты для механической очистки сточных вод	1
7	2	Методы очистки сточных вод с использованием процессов адсорбции и ионного обмена. Расчет аппаратов	1
8	2	Электрохимические методы очистки сточных вод	1
9	2	Электрохимические методы очистки сточных вод	1
10	2	Способы регенерации отработанных электролитов и схемы рекуперации отработанных растворов.	1
11	2	Способы регенерации отработанных электролитов и схемы рекуперации отработанных растворов.	1
12	3	Источники образования и состав твердых отходов производств химической и электрохимической обработки материалов	1
13	3	Способы извлечения отдельных тяжелых цветных металлов из гальванических шламов	1
14	3	Способы извлечения отдельных тяжелых цветных металлов из гальванических шламов	1
15	3	Утилизация гальваношламов в промышленности строительных материалов	1
16	3	Определение класса опасности отходов	1
17	3	Определение класса опасности отходов	1

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия не предусмотрены

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

– ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;

- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче **зачета с оценкой** (3 семестр) 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

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 30 баллов), реферата (максимальная оценка 30 баллов) и итогового контроля в форме **зач. с оц.** (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Максимальное количество баллов за реферативно-аналитическую работу – 30 баллов.

1. Проблемы экологии и энерго- и ресурсосбережения в производствах химической и электрохимической обработке материалов
2. Основные требования экологической безопасности в современных технологиях химической и электрохимической обработке материалов
3. Экологическая опасность производств химической и электрохимической обработки материалов
4. Основные методы обезвреживания выбросов производств химической и электрохимической обработки материалов.
5. Основные физико-химические методы улавливания туманов кислот в процессах химической и электрохимической обработке материалов
6. Рекуперация органических растворителей в производстве печатных плат
7. Физико-химические методы очистки сточных вод
8. Основные физико-химические методы обработки и обезвреживания жидких отходов (коагуляция и флокуляция)
9. Основные физико-химические методы обработки и обезвреживания жидких отходов (окисление, восстановление)
10. Биохимические методы очистки сточных вод электрохимических производства
11. Использование ионного обмена для очистки сточных вод
12. Способы регенерации отработанных электролитов
13. Схемы рекуперации отработанных растворов химической и электрохимической обработки материалов.
14. Мембранные методы обработки и обезвреживания жидких отходов
15. Электрохимические методы обработки и обезвреживания сточных водоемов
16. Адсорбционные методы очистки сточных вод
17. Оборудование для очистных сооружений (линии обработки стоков)
16. Утилизация твёрдых отходов производств химической и электрохимической обработки материалов.
17. Способы извлечения отдельных тяжелых цветных металлов из гальванических шламов.

18. Утилизация гальваношламов в промышленности строительных материалов и дорожном строительстве
19. Обезвреживание
20. Переработка
21. Экологические проблемы производства печатных плат электронной техники
22. Рациональное водопотребление в гальванотехнике

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 3 контрольные работы (по одной контрольной работе по всем разделам). Максимальная оценка за 1 контрольную работу 10 баллов (3 семестр).

Примеры вопросов к контрольной работе №1. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 1 вопрос:

1. Источники образования и состав газовых выбросов производств химической и электрохимической обработки материалов.
2. Классификация методов для обезвреживания газовых выбросов от различных примесей.
3. Классификация аппаратов для обезвреживания газовых выбросов от различных примесей.
4. Основные показатели процесса. Расчет предельно допустимого выброса (ПДВ).
5. Очистка отходящих газов от аэрозолей.
6. Основные свойства пылей и эффективность их улавливания.
7. Механизмы осаждения. Пылеосадительные камеры. Инерционные пылеуловители.
8. Циклоны. Вихревые пылеуловители.
9. Очистка газов в фильтрах: фильтрующие перегородки; фильтры тонкой очистки, воздушные и промышленные фильтры.
10. Тканевые, волокнистые и зернистые фильтры. Очистка газов в электрофильтрах.
11. Улавливание туманов кислот.
12. Абсорбционные методы очистки газов. Достоинства и недостатки мокрых способов очистки. Полые газопромыватели (скрубберы). Насадочные газопромыватели. Скоростные газопромыватели (скрубберы Вентури).
13. Адсорбционные и хемосорбционные методы очистки отходящих газов.
14. Адсорбция паров органических растворителей.
15. Виды адсорбентов для очистки газовых выбросов и их характеристики.
16. Примеры реализации технологий и оборудования для обезвреживания выбросов

Примеры вопросов к контрольной работе №2. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 1 вопрос:

1. Источники образования и состав сточных вод производств химической и электрохимической обработки материалов.
2. Методы механической очистки сточных вод. Отстаивание: отстойники, тонкослойные отстойники.
3. Удаление взвешенных частиц под действием центробежных сил и отжиманием: гидроциклоны, центрифуги,
4. Физико-химические методы очистки сточных вод. Коагуляция и флокуляция: коагулянты и флокулянты, механизмы процессов коагуляции и флокуляции. Оборудование и схемы.

5. Физико-химические методы очистки сточных вод. Флотация: механизм флотации, примеры напорной флотации и пенной сепарации.
6. Физико-химические методы очистки сточных вод. Адсорбция: сорбенты, адсорбционные установки, методы регенерации сорбентов.
7. Физико-химические методы очистки сточных вод. Ионный обмен: иониты, схемы ионообменных установок.
8. Физико-химические методы очистки сточных вод. Экстракция: стадии процесса и схемы экстракционных установок.
9. Физико-химические методы очистки сточных вод. Обратный осмос и ультрафильтрация.
10. Физико-химические методы очистки сточных вод. Электродиализ. Электрохимические методы: электрокоагуляция, электрофлотация, электролиз.
11. Физико-химические методы очистки сточных вод. Нейтрализация, окисление и восстановление, удаление ионов тяжелых металлов
12. Биохимические методы очистки сточных вод. Извлечение тяжелых металлов и сульфатов сульфатовосстанавливающими бактериями.
13. Способы регенерации отработанных электролитов
14. Схемы рекуперации отработанных растворов.
15. Примеры реализации технологий и оборудования для обезвреживания стоков.

Примеры вопросов к контрольной работе №3. Максимальная оценка – 30 баллов. Контрольная работа содержит 1 вопрос:

1. Источники образования и состав твердых отходов производств химической и электрохимической обработки материалов.
2. Способы извлечения отдельных тяжелых цветных металлов из гальванических шламов.
3. Утилизация гальваношламов в промышленности строительных материалов и дорожном строительстве
4. Направления использования гальваношламов.
5. Экологически безопасное размещение не утилизируемых промышленных отходов:
6. Классы опасности отходов.
7. Критерии вредного воздействия компонентов отходов
8. Временное складирование и транспортирование отходов: обустройство мест временного складирования и требования к перевозке
9. Требования к размещению полигонов для промышленных отходов.
10. Требования к содержанию полигонов для промышленных отходов.
11. Принципы расчета класса опасности отходов.
12. Площадки для временного хранения: контроль за состоянием окружающей среды и ее защита.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – зач. с оц.)

1. Источники образования и состав газовых выбросов производств химической и электрохимической обработки материалов.
2. Классификация методов для обезвреживания газовых выбросов от различных примесей.
3. Классификация аппаратов для обезвреживания газовых выбросов от различных примесей.
4. Основные показатели процесса. Расчет предельно допустимого выброса (ПДВ).
5. Очистка отходящих газов от аэрозолей.
6. Основные свойства пылей и эффективность их улавливания.
7. Механизмы осаждения. Пылеосадительные камеры. Инерционные пылеуловители.
8. Циклоны. Вихревые пылеуловители.

9. Очистка газов в фильтрах: фильтрующие перегородки; фильтры тонкой очистки, воздушные и промышленные фильтры.
10. Тканевые, волокнистые и зернистые фильтры. Очистка газов в электрофильтрах.
11. Улавливание туманов кислот.
12. Абсорбционные методы очистки газов. Достоинства и недостатки мокрых способов очистки. Полые газопромыватели (скрубберы). Насадочные газопромыватели. Скоростные газопромыватели (скрубберы Вентури).
13. Адсорбционные и хемосорбционные методы очистки отходящих газов.
14. Адсорбция паров органических растворителей.
15. Виды адсорбентов для очистки газовых выбросов и их характеристики.
16. Примеры реализации технологий и оборудования для обезвреживания выбросов
17. Источники образования и состав сточных вод производств химической и электрохимической обработки материалов.
18. Методы механической очистки сточных вод. Отстаивание: отстойники, тонкослойные отстойники.
19. Удаление взвешенных частиц под действием центробежных сил и отжиманием: гидроциклоны, центрифуги,
20. Физико-химические методы очистки сточных вод. Коагуляция и флокуляция: коагулянты и флокулянты, механизмы процессов коагуляции и флокуляции. Оборудование и схемы.
21. Физико-химические методы очистки сточных вод. Флотация: механизм флотации, примеры напорной флотации и пенной сепарации.
22. Физико-химические методы очистки сточных вод. Адсорбция: сорбенты, адсорбционные установки, методы регенерации сорбентов.
23. Физико-химические методы очистки сточных вод. Ионный обмен: иониты, схемы ионообменных установок.
24. Физико-химические методы очистки сточных вод. Экстракция: стадии процесса и схемы экстракционных установок.
25. Физико-химические методы очистки сточных вод. Обратный осмос и ультрафильтрация.
26. Физико-химические методы очистки сточных вод. Электродиализ. Электрохимические методы: электрокоагуляция, электрофлотация, электролиз.
27. Физико-химические методы очистки сточных вод. Нейтрализация, окисление и восстановление, удаление ионов тяжелых металлов
28. Биохимические методы очистки сточных вод. Извлечение тяжелых металлов и сульфатов сульфатовосстанавливающими бактериями.
29. Способы регенерации отработанных электролитов
30. Схемы рекуперации отработанных растворов.
31. Примеры реализации технологий и оборудования для обезвреживания стоков.
32. Источники образования и состав твердых отходов производств химической и электрохимической обработки материалов.
33. Способы извлечения отдельных тяжелых цветных металлов из гальванических шламов.
34. Утилизация гальваношламов в промышленности строительных материалов и дорожном строительстве
35. Направления использования гальваношламов .
36. Экологически безопасное размещение не утилизируемых промышленных отходов:
37. Классы опасности отходов.
38. Критерии вредного воздействия компонентов отходов
39. Временное складирование и транспортирование отходов: обустройство мест временного складирования и требования к перевозке
40. Требования к размещению полигонов для промышленных отходов.
41. Требования к содержанию полигонов для промышленных отходов.

42. Принципы расчета класса опасности отходов.

43. Площадки для временного хранения: контроль за состоянием окружающей среды и ее защита.

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (3 семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «*Переработка и утилизация отходов производств химической и электрохимической обработки материалов*» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по модулям 1-3 и всей учебной программы дисциплины. Билет для **зачета с оценкой** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным модулям. Ответы на вопросы **зачета с оценкой** оцениваются из максимальной оценки 40 баллов следующим образом: максимальное количество баллов за первый вопрос – 20 баллов, второй – 20 баллов.

Пример билета для **зачета с оценкой**:

«Утверждаю» Зав. кафедрой, д.т.н., проф _____ Т.А. Ваграмян «__» _____ 2024 г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра инновационных материалов и защиты от коррозии
	22.04.01 Материаловедение и технологии материалов Программа – «Инновационные материалы и защита от коррозии»
	Переработка и утилизация отходов производств химической и электрохимической обработки материалов
Билет № 1	
1. Вопрос Источники образования и состав газовых выбросов производств химической и электрохимической обработки материалов.	
2. Вопрос Направления использования гальваношламов.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Колесников А.В., Ильин В.И., Колесников В.А. Методы очистки сточных вод гальванохимических производств: учебное пособие – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, Т.І: Базовые технологии обезвреживания жидких отходов гальванохимической обработки поверхности. – 2018. – 164 с.
2. Колесников А.В., Ильин В.И., Колесников В.А. Методы очистки сточных вод гальванохимических производств: учебное пособие – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, Т.ІІ: Оборудование и технологии обработки воды на промышленных объектах гальванохимического производства. – 2018. – 204 с.
3. Колесников В.А., Ильин В.И. Экология и ресурсосбережение в электрохимических производствах. Механические и физико-химические методы очистки промывных и сточных вод: Учеб. пособие / РХТУ им. Д.И. Менделеева.-М., 2004.-240 с.
4. Ильин В.И., Колесников В.А. Экология и ресурсосбережение в электрохимических производствах. Электрофлотационная технология очистки сточных вод: Учеб. пособие / РХТУ им. Д.И. Менделеева. – М., 2003. – 104 с.

Дополнительная литература

1. Электрофлотационная технология очистки сточных вод промышленных предприятий / В. А. Колесников [и др.]; ред. В. А. Колесников. - М.: Химия, 2007. - 303 с.
2. Колесников, В. А. Принципы создания экотехнологий [Текст] / В. А. Колесников, А. Ю. Налетов; РХТУ им. Д.И. Менделеева. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2008. – 451 с.
3. Колесников В.А., Меньшутина Н.В. Анализ, проектирование технологий и оборудования для очистки сточных вод. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 266 с
4. Колесников В.А., Меньшутина Н.В. Анализ, проектирование технологий и оборудования для очистки сточных вод. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 266 с

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

1. Экология производства. ISSN 2078-3981
2. Журнал прикладной химии. ISSN 0044-4618
3. Вода и экология: проблемы и решения. ISSN 2305-3488
4. Экология и промышленность России. ISSN 1816-0395
5. Теоретическая и прикладная экология ISSN 1995-4301

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации учебной программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- перечень индивидуальных заданий для выполнения в процессе прохождения дисциплины;
- банк тестовых заданий для итогового контроля прохождения дисциплины;
- методические указания для подготовки отчета по дисциплине.

10. 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 01.01.2023 составляет 1 727 628 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.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Методы очистки сточных вод*» проводятся в форме самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Электронные средства демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебная мебель.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к лекционным курсам; наборы образцов металлических и неметаллических материалов и демонстрационных изделий из них; набор образцов типичного брака изделий; плакаты типовых постеров НИР, наборы продукции промышленных предприятий; наглядно-дидактический материал по материаловедению и защиты от коррозии.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы; экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; WEB-камеры; цифровая камера к оптическому микроскопу; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; каталоги типов и видов продукции из неметаллических материалов; каталоги продукции промышленных предприятий; раздаточный материал к лекционным курсам; учебные фильмы по процессам технологии и способам производства отдельных видов изделий; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; учебные фильмы к разделам дисциплин; электронные каталоги продукции; информационно-методические материалы в печатном и электронном виде по производству изделий из неметаллических материалов; сборники технологических схем, буклеты и каталоги оборудования, справочники по сырьевым материалам, справочники по наилучшим доступным по теме обработки поверхности металлов и пластмасс с использованием электролитических и химических процессов, обработки поверхностей, предметов или продукции органическими растворителями, производству полимеров, в том числе биоразлагаемых.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Методы очистки и обезвреживания газовых выбросов	Знает: - теоретические основы, на которых базируются современные методы очистки газовых выбросов; - основные подходы, применяемые при выборе методов очистки выбросов реальных промышленных предприятий; - основное оборудование, которое применяется для реализации современных методов очистки газовых выбросов; Умеет: - применять полученные знания на практике при выборе методов очистки выбросов промышленных предприятий; - рационально подходить к выбору методов и оборудования очистки выбросов; - готовить обоснование по рациональному водопотреблению; - разрабатывать технологические решения по уменьшению (предотвращению) выбросов Владеет: - информацией по основным методам очистки выбросов промышленных предприятий; - методами расчета и выбора аппаратов для очистки выбросов,	контрольная работа реферат зачет с оценкой
Раздел 2. Методы очистки и обезвреживания сточных вод	Знает: - теоретические основы, на которых базируются современные методы очистки сточных вод (физико-химические, электрохимические, мембранные); - основные принципы, на которых основаны методы очистки сточных вод от ионов тяжёлых и цветных металлов, а также органических загрязнений; - основные подходы, применяемые при выборе методов очистки сточных вод реальных промышленных предприятий;	контрольная работа реферат зачет с оценкой

	- основное оборудование, которое применяется для реализации современных методов очистки сточных вод; Умеет: - применять полученные знания на практике при выборе методов очистки сточных вод промышленных предприятий; - рационально подходить к выбору методов и оборудования для очистки сточных вод; - готовить обоснование по рациональному водопотреблению; - разрабатывать технологические решения по уменьшению (предотвращению) выбросов промышленных стоков в окружающую среду при создании (использовании) конкретных технологий производств химической и электрохимической обработки материалов; Владеет: - информацией по основным методам очистки стоков промышленных предприятий; - методами расчета и выбора аппаратов для очистки сточных вод	
Раздел 3. Методы предотвращения образования, переработки и утилизации твердых отходов	Знает: - теоретические основы, на которых базируются современные методы переработки и утилизации твердых отходов производств химической и электрохимической обработки материалов; - основные принципы, на которых основаны способы извлечения отдельных тяжелых цветных металлов из гальванических шламов; - основные подходы к экологически безопасному размещению не утилизируемых промышленных отходов; - принципы расчетного метода оценки класса опасности отходов; Умеет: - применять полученные знания на практике при выборе методов переработки твердых отходов; - выбирать на конкурентной	контрольная работа реферат зачет с оценкой

	основе базовое оборудование для переработки твердых отходов; Владеет: - информацией по основным методам утилизации твердых отходов производств химической и электрохимической обработки материал; - методами расчета и выбора аппаратов для переработки и утилизации твердых отходов; - определением класса опасности отходов	
--	--	--

13. 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 высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- 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 дисциплины
«Переработка и утилизация отходов производств химической и электрохимической
обработки материалов»**

основной образовательной программы

Направление подготовки 22.04.01 Материаловедение и
технологии материалов

Магистерская программа – «Материаловедение и защита
материалов от коррозии»

Квалификация «магистр»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		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»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Современные и перспективные материалы»

**Направление подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии
материалов**

**Магистерская программа – «Инновационные материалы и защита от
коррозии»**

Квалификация «магистр»

Москва 2024

Программа составлена:

доцентом, к.т.н. Абрашовым А.А., доцентом кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии

к.т.н. Мазуровой Д.В., доцентом кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии «12» апреля 2024 г., протокол № 8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **22.04.01 Материаловедение и технологии материалов** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина **«Современные и перспективные материалы»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области материаловедения, общей и неорганической химии, органической химии, физической химии, физики, прикладной механики.

Цель дисциплины – ознакомление студентов с концептуальными закономерностями формирования структуры и свойств новых функциональных материалов, с новыми теоретическими подходами и принципами дизайна материалов с заданными свойствами, современными технологиями производства и обработки материалов; усвоение студентами основных классов материалов, основных свойств материалов, технологий и механизмов их упрочнения; развитие представлений о принципах выбора материалов и базовых технологий их производства; анализ влияния основных факторов на изменение свойств материалов различных классов и обоснование базовых элементов технологии их получения.

Задачи дисциплины –

- изучение технологии производства и обработки материалов в промышленности, возможности целенаправленного изменения свойств материалов;
- получение информации о физической сущности явлений, происходящих в материалах;
- установление зависимости между составом, строением и свойствами материалов;
- изучение теории и практики различных способов упрочнения материалов, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей машин, инструмента и других изделий;
- изучение основных групп материалов, их свойств и областей применения.
- изучение методологии выбора материалов и технологий в промышленности.

Дисциплина **«Современные и перспективные материалы»** преподается в 1 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы)	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
---------------------------------	-----------------------	---

УК		
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и информацию, систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Знает принципы моделирования технологических процессов создания и обработки материалов с учетом экономических факторов и в соответствии с требованиями экологической и промышленной безопасности; УК-2.2. Умеет определять круг задач, планировать собственную деятельность в рамках реализации проекта, исходя из имеющихся ресурсов; соотносить главное и второстепенное, решать поставленные задачи в рамках избранных видов профессиональной деятельности
Командная работа и лидерство	УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.3. Владеет навыками подготовки и представления презентации планов и результатов собственной и командной деятельности

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Применение фундаментальных знаний	ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов	ОПК-1.2. Умеет моделировать технологические процессы создания и обработки материалов с учетом экономических факторов и в соответствии с требованиями экологической и промышленной безопасности ОПК-1.3. Владеет навыками внедрения в производство технологических процессов создания и обработки материалов с учетом экономических факторов и в соответствии с требованиями экологической и промышленной безопасности
Техническое проектирование	ОПК-2 Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и	ОПК-2.1. Знает основы проектирования технологических процессов создания материалов и их обработки с целью достижения требуемого уровня физико-

	служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии	химических свойств ОПК-2.2. Умеет выбирать и применять инновационные методы и технологии проектирования в профессиональной деятельности
Управление качеством	ОПК-3 Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества	ОПК-3.1. Знает принципы управления качеством материалов и продуктов с учетом современных достижений
Профессиональное совершенствование	ОПК-4 Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	ОПК-4.1. Знает принципы, методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации ОПК-4.2. Умеет анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров ОПК-4.3. Владеет навыками подготовки научных докладов, публикаций и аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями
Исследование	ОПК-5 Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях	ОПК-5.1. Знает основы разработки инновационных технологических процессов получения и обработки современных материалов для достижения требуемого комплекса свойств с учетом экологических, экономических, и других факторов ОПК-5.2. Умеет использовать результаты научно-технических разработок в смежных областях для решения поставленных задач оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях ОПК-5.3. Владеет способностью оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
1. Сбор и сравнительный анализ данных о существующих типах и марках материалов, их структуре и свойствах, способах разработки новых материалов с заданными технологическими и функциональными свойствами применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; 2. Анализ, обоснование и выполнение технических	1. Основные типы современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов; композитов и гибридных материалов; сверхтвердых материалов; интеллектуальных и наноматериалов, пленок и покрытий; 2. Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и	ПК-1 Способен обоснованно (осмысленно) использовать знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач	ПК-1.1. Знает физические, химические, механические, технологические и эксплуатационные свойства металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов ПК-1.2. Умеет устанавливать закономерности взаимосвязи состава материалов, их структуры и физико-механических свойств, а также прогнозировать изменение их характеристик	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработка, сопровождение и

проектов в части рационального выбора материалов в соответствии с заданными условиями при конструировании изделий, проектировании технологических процессов производства, обработки и переработки материалов, нетиповых средств для испытаний материалов, полуфабрикатов и изделий	покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами			интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
---	---	--	--	---

1. Сбор и сравнительный анализ данных о существующих типах и марках материалов, их структуре и свойствах, способах разработки новых материалов с заданными технологическими и функциональными свойствами применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; 2. Анализ, обоснование и выполнение технических проектов в части рационального выбора материалов в соответствии с заданными	1. Основные типы современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов; композитов и гибридных материалов; сверхтвердых материалов; интеллектуальных и наноматериалов, пленок и покрытий; 2. Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и	ПК-2 Способен осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения	ПК-2.1. Знает способы оценки надежности и долговечности материалов и конечных изделий, используя сведения о взаимосвязи состава, структуры и эксплуатационных свойств. ПК-2.2. Умеет осуществлять рациональный выбор материалов, оптимизировать их расходование на основе анализа условий эксплуатации, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработке, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
--	--	---	---	--

условиями при конструировании изделий, проектировании технологических процессов производства, обработки и переработки материалов, нетиповых средств для испытаний материалов, полуфабрикатов и изделий	приспособления; системы управления технологическими процессами		ПК-2.3. Владеет навыками выбора и рационального использования материалов с учетом требования к комплексу физико-механических и эксплуатационных свойств, включая экологичность и экономическую эффективность	
1. Сбор и сравнительный анализ данных о существующих типах и марках материалов, их структуре и свойствах, способах разработки новых материалов с заданными технологическими и функциональными свойствами применительно к решению поставленных задач	1. Основные типы современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов; композитов и гибридных материалов; сверхтвердых материалов; интеллектуальных	ПК-3 Способен осуществлять анализ новых технологий производства материалов и разрабатывать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности	ПК-3.1. Знает тенденции развития и достижения технологий производства обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических

с использованием баз данных и литературных источников; 2. Анализ, обоснование и выполнение технических проектов в части рационального выбора материалов в соответствии с заданными условиями при конструировании изделий, проектировании технологических процессов производства, обработки и переработки материалов, нетиповых средств для испытаний материалов, полуфабрикатов и изделий	и наноматериалов, пленок и покрытий; 2. Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами			процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
--	---	--	--	--

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- физические, химические, механические, технологические и эксплуатационные свойства металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов;
- способы оценки надежности и долговечности материалов и конечных изделий, используя сведения о взаимосвязи состава, структуры и эксплуатационных свойств;
- тенденции развития и достижения технологий производства обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов;

Уметь:

- связывать физические и химические свойства материалов и процессы, протекающие в них с технологическими процессами производства, обработки и переработки материалов и их эксплуатационной надежностью и долговечностью;
- использовать знания теоретических основ материаловедения и технологии современных материалов при решении конкретных прикладных задач;
- анализировать причины ухудшения эксплуатационных свойств материалов и предлагать обоснованные варианты их улучшения

Владеть:

- навыками выбора рационального метода получения изделий в зависимости от функционального назначения материалов, технологических требований к изделию и возможностей производства;
- навыками определения технических и физико-химических характеристик металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, а также способами их модифицирования;
- новыми теоретическими подходами и принципами дизайна материалов с заданными свойствами;

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	252	189
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,89	68	51
Лекции	0,945	34	25,5
Практические занятия (ПЗ)	0,945	34	25,5
Самостоятельная работа	4,11	148	111
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	4,11	148	111
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	УП
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Общие принципы выбора материалов	58	-	8	-	8	-	-	-	42
2.	Раздел 2. Функциональные материалы	89	-	16	-	16	-	-	-	57
3.	Раздел 3. Нанотехнологии и новые интеллектуальные материалы	69	-	10	-	10	-	-	-	49
	ИТОГО	216	-	34	-	34	-	-	-	148
	Экзамен	36								
	ИТОГО	248								

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Общие принципы выбора материалов

Технические условия и стандарты. Долговечность конструкций и виды отказов. Основные свойства материалов. Физико-химические свойства. Механические свойства. Выбор материалов с особыми механическими и физическими свойствами. Технологические свойства. Оценка конструкционной прочности материалов. Специальные методы испытаний. Неразрушающие методы контроля качества материала.

Раздел 2. Функциональные материалы

Высокопрочные конструкционные стали. Особенности требований к конструкционным высокопрочным сталям. Легированные низкоотпущенные стали. Дисперсионно-твердеющие стали. Мартенситно-стареющие стали. Стали со сверхмелким зерном. Судостроительные стали. Условия работы судостроительных сталей и сталей для буровых платформ. Основные технические требования к судостроительным сталям. Состав и свойства сталей для судостроения. Технология производства газо- и нефтепроводов. Литейные высокопрочные стали с мартенситной структурой.

Хладостойкие материалы. Хладостойкие стали климатического холода. Влияние технологии производства на хладостойкость сталей климатического холода. Стали криогенной техники. Никелевые низкоуглеродистые стали. Аустенитные стали. Метастабильные аустенитные стали. Высокопрочные мартенситно-стареющие стали. Литейные стали. Железоникелевые сплавы. Сплавы цветных металлов для криогенной техники. Алюминий и его сплавы. Титан и его сплавы. Медь и ее сплавы. Основы выбора конструкционных материалов для работы при низких температурах. Хладостойкие неметаллические материалы. Пластмассы. Клеящие материалы. Резины.

Коррозионно-стойкие материалы. Коррозионно-стойкие стали. Требования к механическим и технологическим свойствам. Влияние легирующих элементов на коррозионную стойкость. Хромистые стали мартенситного, мартенситно-ферритного и ферритного классов. Аустенитные, аустенитно-ферритные и аустенитно-мартенситные стали.

Сверхлегкие сплавы. Методы обеспечения высокой удельной прочности, сплавы с алюминием, магнием, литием, бериллием; область применения сверхлегких материалов. Конструкционные стали и сплавы на алюминиевой и титановой основе, композиционные материалы: комплекс легирующих элементов, вредные примеси, виды термической обработки, современные методы повышения комплекса свойств конструкционных материалов; основные области применения конструкционных металлических и неметаллических материалов в авиа-космической технике.

Сверхтвердые материалы. Структура сверхтвердых материалов. Алмазные пленки. Нитрид углерода. Нитрид бора. Алмазный и абразивный инструмент.

Жаропрочные и жаростойкие материалы. Титановые сплавы, жаропрочные стали и сплавы на железоникелевой и никелевой основе, сплавы на основе тугоплавких металлов, керамические и композиционные материалы. Основные принципы комплексного легирования жаростойких и жаропрочных материалов, термическая стабильность структуры жаропрочных материалов, виды термической обработки, принципы разработки керамических и композиционных материалов, эвтектические композиционные материалы.

Функциональные пористые материалы. Классификация технологий изготовления пористых материалов. Свойства и технологии получения металлических пен из расплавов и газовой фазы. Получение металлических пен из порошков. Получение проницаемых пористых материалов из порошков и волокон. Производство керамических мембран. Катализаторы на носителях ячеистой структуры. Свойства пористых проницаемых материалов и методы определения. Применение пористых материалов.

Порошковые материалы. Способы получения порошков. Технологические, химические и физические свойства порошков. Основные марки металлических порошков. Принципы выбора изделий для изготовления методами порошковой металлургии.

Прессование (формование) порошкового материала. Спекание порошковых материалов и изделий. Материалы, полученные методами порошковой металлургии: конструкционные материалы, фильтрующие пористые материалы, антифрикционные и фрикционные материалы.

Обзор технологий 3D печати. Стереолитография. Лазерное спекание порошковых материалов. Послойная печать расплавленной полимерной нитью. Технология струйного моделирования. Технология склеивания порошков. Ламинирование листовых материалов. Облучение ультрафиолетом через фотомаску. Материалы для 3D печати.

Раздел 3. Нанотехнологии и новые интеллектуальные материалы

Конструкционные объемные наноматериалы. Основы нанотехнологии и конструкционные наноструктурные материалы. Особенности структуры нанокристаллических материалов, Кластеры, карбины, фуллерены, углеродные нанотрубки. Наноструктурные тонкие пленки. Методы получения порошковых наночастиц. Порошковая металлургия наноматериалов. Наноструктурные многослойные материалы. Особенности химических и физико-механических свойств объемных наноструктурных материалов. Механические свойства некоторых объемных наноматериалов (стали, титан и его сплавы, алюминиевые сплавы, твердые сплавы, керамика, композиционные материалы. Использование наноматериалов в транспортном машиностроении. Авиационная и космическая техника. Автомобильная промышленность. Нанoeлектроника и вычислительная техника. Здравоохранение и защита окружающей среды. Медицина и фармакология. Использование наноматериалов для защиты окружающей среды. Применение наноматериалов в военной технике. Наноматериалы для атомной энергетики. Наноматериалы в строительной индустрии.

Новые интеллектуальные материалы. Концепция создания интеллектуальных материалов. Интеллектуальные композиты. Самовосстанавливающиеся материалы: полимеры, керамика, металлы. Сверхпроводящие материалы и технологии их производства. Сплавы с особыми тепловыми и упругими свойствами. Термически активируемые материалы. Механизм эффекта памяти формы. Технологии наноструктурирования материалов с эффектом памяти формы. Применение сплавов с эффектом памяти формы. Электрически активируемые материалы: умные краски. Магнитно-активируемые материалы. Химически активируемые материалы. Магнитные и электротехнические стали и сплавы. Магнитотвердые материалы. Магнитомягкие материалы.

Аморфные материалы. Условия образования аморфной структуры. Способы получения материалов в аморфном состоянии. Механические, химические, электрические и магнитные свойства аморфных металлических сплавов. Термическая стабильность аморфного состояния. Области применения аморфных металлических сплавов.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	- физические, химические, механические, технологические и эксплуатационные свойства металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов;	+	+	+
2	- способы оценки надежности и долговечности материалов и конечных изделий, используя сведения о взаимосвязи состава, структуры и эксплуатационных свойств;	+	+	+
3	- тенденции развития и достижения технологий производства обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов;	+	+	+
	Уметь:			
4	- связывать физические и химические свойства материалов и процессы, протекающие в них с технологическими процессами производства, обработки и переработки материалов и их эксплуатационной надежностью и долговечностью;	+	+	+
5	- использовать знания теоретических основ материаловедения и технологии современных материалов при решении конкретных прикладных задач;	+	+	+
6	- анализировать причины ухудшения эксплуатационных свойств материалов и предлагать обоснованные варианты их улучшения	+	+	+
	Владеть:			
7	- навыками выбора рационального метода получения изделий в зависимости от функционального назначения материалов, технологических требований к изделию и возможностей производства;	+	+	+
8	- навыками определения технических и физико-химических характеристик металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, а также способами их модифицирования;	+	+	+
9	- новыми теоретическими подходами и принципами дизайна материалов с заданными свойствами;	+	+	+

	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК			
10	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и информацию, систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности	+	+	+
11	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Знает принципы моделирования технологических процессов создания и обработки материалов с учетом экономических факторов и в соответствии с требованиями экологической и промышленной безопасности;	+	+	+
		УК-2.2. Умеет определять круг задач, планировать собственную деятельность в рамках реализации проекта, исходя из имеющихся ресурсов; соотносить главное и второстепенное, решать поставленные задачи в рамках избранных видов профессиональной деятельности	+	+	+
12	УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.3. Владеет навыками подготовки и представления презентации планов и результатов собственной и командной деятельности	+	+	+
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК			
13	ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области	ОПК-1.2. Умеет моделировать технологические процессы создания и обработки материалов с учетом экономических факторов и в соответствии с требованиями экологической и промышленной безопасности	+	+	+

	материаловедения и технологии материалов	ОПК-1.3. Владеет навыками внедрения в производство технологических процессов создания и обработки материалов с учетом экономических факторов и в соответствии с требованиями экологической и промышленной безопасности	+	+	+
14	ОПК-2 Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии	ОПК-2.1. Знает основы проектирования технологических процессов создания материалов и их обработки с целью достижения требуемого уровня физико-химических свойств	+	+	+
		ОПК-2.2. Умеет выбирать и применять инновационные методы и технологии проектирования в профессиональной деятельности	+	+	+
15	ОПК-3 Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества	ОПК-3.1. Знает принципы управления качеством материалов и продуктов с учетом современных достижений	+	+	+
16	ОПК-4 Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	ОПК-4.1. Знает принципы, методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации	+	+	+
		ОПК-4.2. Умеет анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров	+	+	+
		ОПК-4.3. Владеет навыками подготовки научных докладов, публикаций и аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями	+	+	+

17	ОПК-5 Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях	ОПК-5.1. Знает основы разработки инновационных технологических процессов получения и обработки современных материалов для достижения требуемого комплекса свойств с учетом экологических, экономических, и других факторов	+	+	+
		ОПК-5.2. Умеет использовать результаты научно-технических разработок в смежных областях для решения поставленных задач оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях	+	+	+
		ОПК-5.3. Владеет способностью оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях	+	+	+
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			
18	ПК-1 Способен обоснованно (осмысленно) использовать знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач	ПК-1.1. Знает физические, химические, механические, технологические и эксплуатационные свойства металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов	+	+	+
		ПК-1.2. Умеет устанавливать закономерности	+	+	+

		взаимосвязи состава материалов, их структуры и физико-механических свойств, а также прогнозировать изменение их характеристик			
19	ПК-2 Способен осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения	ПК-2.1. Знает способы оценки надежности и долговечности материалов и конечных изделий, используя сведения о взаимосвязи состава, структуры и эксплуатационных свойств.	+	+	+
		ПК-2.2. Умеет осуществлять рациональный выбор материалов, оптимизировать их расходование на основе анализа условий эксплуатации, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения.	+	+	+
		ПК-2.3. Владеет навыками выбора и рационального использования материалов с учетом требования к комплексу физико-механических и эксплуатационных свойств, включая экологичность и экономическую эффективность	+	+	+
20	ПК-3 Способен осуществлять анализ новых технологий производства материалов и разрабатывать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности	ПК-3.1. Знает тенденции развития и достижения технологий производства обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	Раздел 1.	Общие принципы выбора материалов	4
2	Раздел 1.	Основные свойства материалов. Физико-химические свойства. Механические свойства.	6
3	Раздел 2.	Функциональные материалы. Конструкционные стали.	4
4	Раздел 2.	Коррозионно-стойкие материалы. Жаропрочные и жаростойкие материалы.	4
5	Раздел 2.	Сверхлегкие сплавы. Сверхтвердые материалы.	4
6	Раздел 3.	Основы нанотехнологии и конструкционные наноструктурные материалы.	4
7	Раздел 3.	Новые интеллектуальные материалы.	4
8	Раздел 3.	Аморфные материалы.	4

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума по изучаемой дисциплине «*Современные и перспективные материалы*» не предусмотрено учебным планом.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *экзамена* (1 семестр).

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 рабочей 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

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ, реферата (максимальная оценка 60 баллов), и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1. Информационные ресурсы по поиску информации по технологии производства и обработки конструкционных материалов.
2. Техничко-экономические принципы выбора современных конструкционных материалов.
3. Инновационные технологические процессы получения и обработки современных материалов для достижения требуемого комплекса свойств с учетом экологических, экономических, и других факторов.
4. Способы разработки новых материалов с заданными технологическими и функциональными свойствами.
5. Рациональный выбор материалов в соответствии с заданными условиями при конструировании изделий, проектировании технологических процессов производства, обработки и переработки материалов,
6. Нетиповые средства для испытаний материалов, полуфабрикатов и изделий.
7. Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий.
8. Системы управления технологическими процессами.
9. Инновационные риски при реализации проектов и внедрении новых технологий.
10. Оборудование, технологическая оснастка и приспособления промышленных производств.
11. Принципы прогнозирования свойств различных групп материалов, в т.ч. композитов и наноматериалов.
12. Легированные машиностроительные сплавы.
13. Нержавеющие (коррозионностойкие) легированные стали.
14. Инструментальные стали и сплавы.
15. Жаропрочные и жаростойкие материалы.
16. Хладостойкие материалы.
17. Радиационностойкие материалы.
18. Износостойкие материалы.
19. Легированные чугуны (коррозионная стойкость, применение в химической технологии).
20. Стали и сплавы для пищевой промышленности.
21. Антифрикционные металлические материалы.
22. Тугоплавкие металлы (коррозионная стойкость и применение в химической технологии).
23. Пластмассы с порошковыми наполнителями.
24. Резины. Технология получения, свойства, применение в химической технологии.
25. Стекло. Состав, свойства, химическое сопротивление, области применения в химической технологии.
26. Техническая керамика в химической технологии.
27. Неметаллические антифрикционные материалы.
28. Химическая деструкция полимерных материалов.
29. Лакокрасочные покрытия (ЛКП) как метод защиты конструкционных материалов от коррозии.
30. Воздействие биохимических и биологических факторов на свойства неметаллических конструкционных материалов.
31. Керамика в ракетно-космическом машиностроении.
32. Керамика для хранения радиоактивных отходов.
33. Ударопрочная броневая керамика.
34. Керамика в двигателях внутреннего сгорания.
35. Органические полимерные покрытия и основы их нанесения.

36. Неорганические покрытия и способы их нанесения.
37. Конструкционные материалы на основе графита.
38. Кислотоупорная керамика и фарфор.
39. Материалы, получаемые плавлением природных силикатов.
40. Материалы для прокладок в химической технологии.
41. Углеродистые материалы.
42. Силикатные эмали.
43. Коррозия силикатных материалов в условиях химических производств.
44. Химическая деструкция полимерных материалов под действием растворов электролитов.
45. Стойкость силикатных материалов к действию кислот и щелочей.
46. Взаимодействие неметаллических конструкционных материалов с водой (водостойкость).
47. Прочность и разрушение неметаллических материалов.
48. Особенности взаимодействия неметаллических материалов с агрессивными средами.
49. Коррозионная (химическая) стойкость неметаллических конструкционных материалов в технологических растворах серной кислоты.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрено 2 контрольные работы (по одной контрольной работе по каждому разделу), защита реферата. Максимальная оценка за контрольные работы составляет 20 баллов за каждую. Максимальная оценка за контрольные работы составляет 40 баллов, реферата – 20 баллов:

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

Вопрос 1.1.

1. Выбор материалов с особыми механическими и физическими свойствами.
2. Мартенситно-стареющие стали.

Вопрос 1.2.

1. Критерии работоспособности материалов.
2. Железоникелевые сплавы.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

Вопрос 2.1.

1. Особенности химических и физико-механических свойств объемных наноструктурных материалов.
2. Самовосстанавливающиеся материалы: полимеры, керамика, металлы.

Вопрос 2.2.

1. Сплавы с особыми тепловыми и упругими свойствами.
2. Магнитотвердые материалы. Магнитомягкие материалы.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – экзамен).

Экзаменационный билет включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса. 1 вопрос – 15 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 10 баллов.

3. Основные свойства материалов. Физико-химические свойства.
4. Механические свойства. Выбор материалов с особыми механическими и физическими свойствами.
5. Технологические свойства.
6. Оценка конструкционной прочности материалов.
7. Особенности требований к конструкционным высокопрочным сталям.
8. Судостроительные стали. Условия работы судостроительных сталей и сталей для буровых платформ. Основные технические требования к судостроительным сталям.
9. Литейные высокопрочные стали с мартенситной структурой.
10. Хладостойкие материалы. Никелевые низкоуглеродистые стали. Аустенитные стали. Метастабильные аустенитные стали.
11. Высокопрочные мартенситно-стареющие стали.
12. Литейные стали.
13. Железоникелевые сплавы.
14. Алюминий и его сплавы.
15. Титан и его сплавы.
16. Медь и ее сплавы.
17. Хладостойкие неметаллические материалы. Пластмассы. Клеящие материалы. Резины.
18. Коррозионно-стойкие материалы.
19. Коррозионно-стойкие стали. Влияние легирующих элементов на коррозионную стойкость.
20. Сплавы с алюминием, магнием, литием, бериллием; область применения сверхлегких материалов.
21. Конструкционные стали и сплавы на алюминиевой и титановой основе, композиционные материалы.
22. Сверхтвердые материалы.
23. Жаропрочные и жаростойкие материалы.
24. Основные принципы комплексного легирования жаростойких и жаропрочных материалов.
25. Классификация технологий изготовления пористых материалов. Применение пористых материалов.
26. Порошковые материалы. Материалы, полученные методами порошковой металлургии.
27. Технологии и материалы 3D печати.
28. Конструкционные объемные наноматериалы.
29. Основы нанотехнологии и конструкционные наноструктурные материалы. Особенности структуры нанокристаллических материалов. Особенности химических и физико-механических свойств объемных наноструктурных материалов.
30. Механические свойства некоторых объемных наноматериалов (стали, титан и его сплавы, алюминиевые сплавы, твердые сплавы, керамика, композиционные материалы).
31. Новые интеллектуальные материалы.

32. Самовосстанавливающиеся материалы: полимеры, керамика, металлы.
33. Сверхпроводящие материалы и технологии их производства.
34. Сплавы с особыми тепловыми и упругими свойствами.
35. Магнитные и электротехнические стали и сплавы. Магнитотвердые материалы. Магнитомягкие материалы.
36. Аморфные материалы. Области применения аморфных металлических сплавов.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (1 семестр).

Экзамен по дисциплине «*Современные и перспективные материалы*» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1-3 рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **экзамена**:

«Утверждаю» _____ зав. кафедрой Т.А. Ваграмян (Подпись) «__» _____ 2024 г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра инновационных материалов и защиты от коррозии
	22.04.01 Материаловедение и технологии материалов Магистерская программа – «Инновационные материалы и защита от коррозии»
	Современные и перспективные материалы
Билет № _ 1. Сплавы с особыми тепловыми и упругими свойствами. 2. Конструкционные стали и сплавы на алюминиевой и титановой основе, композиционные материалы: комплекс легирующих элементов, вредные примеси, виды термической обработки, современные методы повышения комплекса свойств конструкционных материалов. 3. Вопрос по теме реферата.	

9.1. Рекомендуемая литература

1. Мельников, В.Н. Материаловедение и технологии современных и перспективных неметаллических материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Н. Мельников. - Электрон. дан. - Екатеринбург: УрФУ, 2013. 168 с.
2. Галимов, Э. Р. Современные конструкционные материалы для машиностроения: учебное пособие / Э. Р. Галимов, А. Л. Абдуллин. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 268 с.
3. Солнцев, Ю. П. Специальные материалы в машиностроении: учебник / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, В. Ю. Пириайнен. – 2-е изд., испр, и доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 664 с. – ISBN 978-5-8114-3921-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/206546>
4. Земсков, Ю. П. Материаловедение: учебное пособие / Ю. П. Земсков. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 188 с. – ISBN 978-5-8114-3392-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/206225>

Дополнительная литература

1. Сапунов, С. В. Материаловедение : учебное пособие / С. В. Сапунов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1793-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211805>.
2. Зубарев, Ю. М. Современные инструментальные материалы: учебник / Ю. М. Зубарев. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-0832-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210758>
3. Наноматериалы и нанотехнологии: учебник для вузов / Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова, О. Ю. Ганзуленко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 372 с. — ISBN 978-5-8114-9299-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/189483>

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.

Научно-технические журналы:

1. Материаловедение. ISSN 1684-579X
2. Перспективные материалы. ISSN 2075-1133
3. Конструкции из композиционных материалов. ISSN 2073-2562
4. Нанотехнологии. Наука и производство. ISSN 2306-0581
5. Нанотехнологии: разработка, применение - XXI век. ISSN 2225-0980
6. Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. ISSN 2075-8545
7. Наука в России. ISSN 0869-7078
8. Наука и образование. ISSN 2073-8129
9. Наукоемкие технологии. ISSN 1999-8465
10. Научное обозрение. ISSN 1815-4972
11. Российские нанотехнологии. ISSN 1992-7223
12. Стекло и керамика. ISSN 0131-9582

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- <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://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 рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 17, (общее число слайдов – 340);
- банк тестовых заданий для текущего контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 50);
- банк тестовых заданий для итогового контроля освоения дисциплины (общее число вопросов – 36).

10. 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 01.01.2023 составляет 1 727 628 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.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Современные и перспективные материалы»* проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. 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 выходом в Интернет и доступом к базам данных.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплект презентаций к лекционным курсам; наборы образцов различных материалов и покрытий.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; WEB-камеры; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; буклеты и каталоги оборудования, справочники по сырьевым материалам, справочники по наилучшим доступным технологиям электрохимических производств; справочные материалы в печатном и электронном виде; электронная картотека по рентгенофазовому анализу.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Общие принципы выбора материалов	<i>Знает:</i> - физические, химические, механические, технологические и эксплуатационные свойства металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов; - способы оценки надежности и долговечности материалов и конечных изделий, используя сведения о взаимосвязи состава, структуры и эксплуатационных свойств; - тенденции развития и достижения технологий производства обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов; <i>Умеет:</i> - связывать физические и	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за <i>экзамен</i>

	химические свойства материалов и процессы, протекающие в них с технологическими процессами производства, обработки и переработки материалов и их эксплуатационной надежностью и долговечностью; - использовать знания теоретических основ материаловедения и технологии современных материалов при решении конкретных прикладных задач; - анализировать причины ухудшения эксплуатационных свойств материалов и предлагать обоснованные варианты их улучшения <i>Владеет:</i> - навыками выбора рационального метода получения изделий в зависимости от функционального назначения материалов, технологических требований к изделию и возможностей производства; - навыками определения технических и физико-химических характеристик металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, а также способами их модифицирования; - новыми теоретическими подходами и принципами дизайна материалов с заданными свойствами; —	
Раздел 2. Функциональные материалы	<i>Знает:</i> - физические, химические, механические, технологические и эксплуатационные свойства металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов; - способы оценки надежности и долговечности материалов и конечных изделий, используя сведения о взаимосвязи состава, структуры и эксплуатационных свойств; - тенденции развития и	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за реферат Оценка за <i>экзамен</i>

	достижения технологий производства обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов; <i>Умеет:</i> - связывать физические и химические свойства материалов и процессы, протекающие в них с технологическими процессами производства, обработки и переработки материалов и их эксплуатационной надежностью и долговечностью; - использовать знания теоретических основ материаловедения и технологии современных материалов при решении конкретных прикладных задач; - анализировать причины ухудшения эксплуатационных свойств материалов и предлагать обоснованные варианты их улучшения <i>Владеет:</i> - навыками выбора рационального метода получения изделий в зависимости от функционального назначения материалов, технологических требований к изделию и возможностей производства; - навыками определения технических и физико-химических характеристик металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, а также способами их модифицирования; - новыми теоретическими подходами и принципами дизайна материалов с заданными свойствами; —	
--	--	--

Раздел 3. Нанотехнологии и новые интеллектуальные материалы	<i>Знает:</i> - физические, химические, механические, технологические и эксплуатационные свойства металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов; - способы оценки надежности и долговечности материалов и конечных изделий, используя сведения о взаимосвязи состава, структуры и эксплуатационных свойств; - тенденции развития и достижения технологий производства обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов; <i>Умеет:</i> - связывать физические и химические свойства материалов и процессы, протекающие в них с технологическими процессами производства, обработки и переработки материалов и их эксплуатационной надежностью и долговечностью; - использовать знания теоретических основ материаловедения и технологии современных материалов при решении конкретных прикладных задач; - анализировать причины ухудшения эксплуатационных свойств материалов и предлагать обоснованные варианты их улучшения <i>Владеет:</i> - навыками выбора рационального метода получения изделий в зависимости от функционального назначения материалов, технологических требований к изделию и возможностей производства; - навыками определения технических и физико-химических характеристик металлических, неметаллических и композиционных	Оценка за контрольную работу №2 Оценка за реферат Оценка за экзамен
---	--	---

	материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, а также способами их модифицирования; - новыми теоретическими подходами и принципами дизайна материалов с заданными свойствами; —	
--	---	--

13. 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 высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- 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 дисциплины
«Современные и перспективные материалы»

основной образовательной программы
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов
код и наименование направления подготовки (специальности)

«Инновационные материалы и защита от коррозии»
наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		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»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Современные методы исследования материалов»

**Направление подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии
материалов**

**Магистерская программа – «Инновационные материалы и
защита от коррозии»**

Квалификация «магистр»

Москва 2024

Программа составлена доцентом кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии А.А. Абрашовым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии

«12» апреля 2024 г., протокол № 8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **22.04.01 Материаловедение и технологии материалов** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины **кафедрой инновационных материалов и защиты от коррозии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Современные методы исследования материалов»** относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области материаловедения и защиты от коррозии.

Цель дисциплины – формирование навыков использования современных методов исследования при оценке качества материалов и покрытий и использование их результатов в профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины – дать основные знания по практически всем известным методам исследования и тестирования покрытий, как традиционным, хорошо известным, так и современным методикам исследования с применением оборудования нового поколения;

- понимание принципов устройства и работы типовых приборов и аппаратуры, используемых в данных методах, способов приготовления и подготовки образцов, обработки и анализа регистрируемых характеристик и источников возможных ошибок, определения точности экспериментов и их ограничений.

Дисциплина **«Современные методы исследования материалов»** преподается во 2 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Знает принципы сбора, классифицирования, анализа и обобщения информации, способы использования цифровых ресурсов информации УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и информацию, систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Применение фундаментальных знаний	ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов	ОПК-1.1. Знает принципы организации, экспериментальных исследований на современном уровне и анализа их результатов
Техническое проектирование	ОПК-2 Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии	ОПК-2.3. Владеет приемами разработки и оформления научно-технической, проектной, служебной документации с учетом требований нормоконтроля и соблюдением требований ГОСТ
Управление качеством	ОПК-3 Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества	ОПК-3.1. Знает принципы управления качеством материалов и продуктов с учетом современных достижений
Исследование	ОПК-5 Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях	ОПК-5.2. Умеет использовать результаты научно-технических разработок в смежных областях для решения поставленных задач оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях ОПК-5.3. Владеет способностью оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
1. Сбор и сравнительный анализ данных о существующих типах и марках материалов, их структуре и свойствах, способах разработки новых материалов с заданными технологическими и функциональными свойствами применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; 2. Анализ, обоснование и выполнение	1. Основные типы современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов; композитов и гибридных материалов; сверхтвердых материалов; интеллектуальных и наноматериалов, пленок и покрытий; 2. Технологические процессы производства,	ПК-1 Способен обоснованно (осмысленно) использовать знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач	ПК-1.3. Владеет навыками определения технических и физико-химических характеристик металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, а также способами их модифицирования	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии

технических проектов в части рационального выбора материалов в соответствии с заданными условиями при конструировании изделий, проектировании технологических процессов производства, обработки и переработки материалов, нетиповых средств для испытаний материалов, полуфабрикатов и изделий	обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами			материалов (уровень квалификации – 7)
---	--	--	--	--

1. Сбор и сравнительный анализ данных о существующих типах и марках материалов, их структуре и свойствах, способах разработки новых материалов с заданными технологическими и функциональными свойствами применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; 2. Анализ, обоснование и выполнение технических проектов в части рационального выбора материалов в соответствии с заданными условиями при	1. Основные типы современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов; композитов и гибридных материалов; сверхтвердых материалов; интеллектуальных и наноматериалов, пленок и покрытий; 2. Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая	ПК-2 Способен осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения	ПК-2.1. Знает способы оценки надежности и долговечности материалов и конечных изделий, используя сведения о взаимосвязи состава, структуры и эксплуатационных свойств.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
--	---	---	---	---

конструировании изделий, проектировании технологических процессов производства, обработки и переработки материалов, нетиповых средств для испытаний материалов, полуфабрикатов и изделий	оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами			
1. Сбор и сравнительный анализ данных о существующих типах и марках материалов, их структуре и свойствах, способах разработки новых материалов с заданными технологическими и функциональными свойствами применительно к решению поставленных задач	1. Основные типы современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов; композитов и гибридных материалов; сверхтвердых материалов; интеллектуальных	ПК-3 Способен осуществлять анализ новых технологий производства материалов и разрабатывать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности	ПК-3.2. Умеет анализировать данные о химическом составе, структуре и свойствах материалов, способах их формирования, а также устанавливать связь состава, структуры и свойств материалов с технологическими и эксплуатационными свойствами. ПК-3.3. Владеет современными методами исследования материалов, навыками статистической обработки и анализа результатов исследований, формулирования выводов и	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом

с использованием баз данных и литературных источников; 2. Анализ, обоснование и выполнение технических проектов в части рационального выбора материалов в соответствии с заданными условиями при конструировании изделий, проектировании технологических процессов производства, обработки и переработки материалов, нетиповых средств для испытаний материалов, полуфабрикатов и изделий.	и наноматериалов, пленок и покрытий; 2. Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами		заключений, оформления отчетной документации.	Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
---	---	--	---	--

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- основные термины и понятия физического, физико-химического и электрического контроля материалов и покрытий;
- типы современных приборов для контроля и исследования материалов и покрытий;
- классические приемы работы на исследовательских приборах;
- основы проведения сложных многоуровневых научных экспериментов с использованием новейшего оборудования.

Уметь:

- воспроизводить методику выполнения измерений тех или иных свойств материалов;
- выбирать оптимальный метод испытания покрытий для конкретных задач;
- применять теоретические знания, полученные в результате изучения дисциплины, по выбору современных методов исследования поверхности при поведении НИР и при написании научных статей и отчетов.

Владеть:

- основными современными методами испытания и исследования материалов и покрытий;
 - навыками работы на современном исследовательском оборудовании;
- навыками по анализу и систематизации отечественных и международных стандартов на исследование материалов и покрытий.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	7	252	189
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,88	68	51
в том числе в форме практической подготовки	0,94	34	25,5
Лекции	0,94	34	25,5
Лабораторные работы (ЛР)	0,94	34	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0,94	34	25,5
Самостоятельная работа	5,12	184	138
Контактная самостоятельная работа	5,12	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		183,6	137,7
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Контроль качества покрытий	162	30	20	-	-	-	30	30	112
1.1	Стандарты на методы контроля, испытаний и измерений. Требования к используемому оборудованию, условиям и процедурам осуществления всех операций, обработке и представлению полученных результатов, квалификации персонала. Стандартизация методов измерений, испытаний и контроля. Стандартизация в Российской Федерации.	12	-	2	-	-	-	-	-	10
1.2	Измерение толщины покрытий.	16	4	2	-	-	-	4	4	10
1.3	Определение пористости.	14	3	1	-	-	-	3	3	10
1.4	Испытание покрытий на адгезионную прочность	16	4	2	-	-	-	4	4	10
1.5	Измерение блеска покрытий	14	3	1	-	-	-	3	3	10
1.6	Определение степени шероховатости поверхности покрытий.	16	4	2	-	-	-	4	4	10
1.7	Испытания покрытий на износ.	16	4	2	-	-	-	4	4	10
1.8	Измерение твердости покрытий.	15	3	2	-	-	-	3	3	10

1.9	Испытания покрытий на растяжение. Измерение внутренних напряжений.	9	-	1	-	-	-	2	2	6
1.10	Испытание покрытий на жаростойкость. Определение паяемости покрытий. Определение электрических характеристик покрытий. Определение магнитных характеристик покрытий.	8	-	2	-	-	-	-	-	6
1.11	Ускоренные коррозионные испытания покрытий.	15	3	2	-	-	-	3	3	10
1.12	Определение специальных свойств конверсионных покрытий.	11	-	1	-	-	-	-	-	10
2.	Раздел 2. Спектральные методы исследования материалов	54	4	14	-	-	-	4	4	36
2.1	Определение состава электрохимических покрытий. Оже-спектроскопия. Фотоэлектронная спектроскопия. Рентгенофлуоресцентный анализ.	21	4	5	-	-	-	4	4	12
2.2	Зондовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ). Атомно-силовая микроскопия (АСМ), электросиловая микроскопия (ЭСМ), магнитно-силовая микроскопия (МСМ).	17	-	5	-	-	-	-	-	12
2.3	Оптические методы исследования материалов. Ближнепольная оптическая микроскопия (БОМ), конфокальная микроскопия, эллипсометрия.	16	-	4	-	-	-	-	-	12
	ИТОГО	216	34	34	-	-	-	34	34	148

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Контроль качества покрытий

Стандарты на методы контроля, испытаний и измерений. Требования к используемому оборудованию, условиям и процедурам осуществления всех операций, обработке и представлению полученных результатов, квалификации персонала. Требования к условиям, при которых проводится контроль (испытания и измерения); требования к средствам контроля (измерений), аппаратуре, материалам, реактивам и растворам, а также вспомогательным устройствам; порядок подготовки к проведению контроля; порядок проведения контроля; правила обработки результатов контроля; правила оформления результатов контроля.

Стандартизация методов измерений, испытаний и контроля. Стандартизация в Российской Федерации.

Измерение толщины покрытий. Методы измерения толщины покрытия с разрушением изделия. Неразрушающие методы измерения толщины покрытия.

Определение пористости.

Испытание покрытий на адгезионную прочность. Качественные методы определения прочности сцепления. Количественные методы определения прочности сцепления.

Измерение блеска покрытий. Определение степени шероховатости поверхности покрытий. Испытания покрытий на износ.

Измерение твердости покрытий. Измерение твёрдости методами статического вдавливания. Измерение твёрдости с помощью напильников. Метод Мооса для определения твёрдости гальванических покрытий. Ультразвуковой метод измерения твёрдости.

Испытания покрытий на растяжение. Измерение внутренних напряжений. Испытание покрытий на жаростойкость. Определение паяемости покрытий. Определение электрических характеристик покрытий. Определение магнитных характеристик покрытий.

Ускоренные коррозионные испытания покрытий. Испытания во влажной атмосфере. Испытания под слоем конденсата. Испытания в соляном тумане. Испытания при воздействии сернистого газа. Испытания в сероводороде. Циклические испытания. Испытание по методу корродкот. Методы контроля защитных свойств неметаллических неорганических покрытий.

Определение специальных свойств конверсионных покрытий. Маслоёмкость фосфатных и оксидных покрытий. Контроль внешнего вида, цвета и отражательной способности анодно-оксидных покрытий. Степень наполнения анодно-окисных покрытий на алюминии и его сплавах. Контроль сплошности и изоляционных свойств анодно-оксидных покрытий.

Раздел 2. Спектральные методы исследования материалов

Определение состава электрохимических покрытий. Оже-спектроскопия. Фотоэлектронная спектроскопия. Рентгенофлуоресцентный анализ. Зондовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ). Атомно-силовая микроскопия (АСМ), электросиловая микроскопия (ЭСМ), магнитно-силовая микроскопия (МСМ).

Оптические методы исследования материалов. Ближнепольная оптическая микроскопия (БОМ), конфокальная микроскопия, эллипсометрия.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2
	Знать:		
1	– основные термины и понятия физического, физико-химического и электрического контроля материалов и покрытий;	+	+
2	– типы современных приборов для контроля и исследования материалов и покрытий;	+	+
3	– классические приемы работы на исследовательских приборах;	+	+
4	– основы проведения сложных многоуровневых научных экспериментов с использованием новейшего оборудования	+	+
	Уметь:		
5	– воспроизводить методику выполнения измерений тех или иных свойств материалов;	+	+
6	– выбирать оптимальный метод испытания покрытий для конкретных задач;	+	+
7	– применять теоретические знания, полученные в результате изучения дисциплины, по выбору современных методов исследования поверхности при поведении НИР и при написании научных статей и отчетов.	+	+
	Владеть:		
8	– основными современными методами испытания и исследования материалов и покрытий;	+	+
9	– навыками работы на современном исследовательском оборудовании;	+	+
10	– навыками по анализу и систематизации отечественных и международных стандартов на исследование материалов и покрытий.	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>(универсальные, общепрофессиональные и профессиональные) компетенции и индикаторы их достижения:</u>			
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК	
11	– УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	– УК-1.1. Знает принципы сбора, классифицирования, анализа и обобщения информации, способы использования цифровых ресурсов информации – УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и информацию, систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности	+
	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	

12	– ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов	– ОПК-1.1. Знает принципы организации, экспериментальных исследований на современном уровне и анализа их результатов	+	+
13	– ОПК-2 Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии	– ОПК-2.3. Владеет приемами разработки и оформления научно-технической, проектной, служебной документации с учетом требований нормоконтроля и соблюдением требований ГОСТ	+	+
14	– ОПК-3 Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области системы менеджмента качества	– ОПК-3.1. Знает принципы управления качеством материалов и продуктов с учетом современных достижений	+	+
15	– ОПК-5 Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях	– ОПК-5.2. Умеет использовать результаты научно-технических разработок в смежных областях для решения поставленных задач оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях – ОПК-5.3. Владеет способностью оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях	+	+
Код и наименование ПК		Код и наименование индикатора достижения ПК		

16	– ПК-1 Способен обоснованно (осмысленно) использовать знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач	– ПК-1.3. Владеет навыками определения технических и физико-химических характеристик металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, а также способами их модифицирования	+	+
17	– ПК-2 Способен осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения	– ПК-2.1. Знает способы оценки надежности и долговечности материалов и конечных изделий, используя сведения о взаимосвязи состава, структуры и эксплуатационных свойств.	+	+
18	– ПК-3 Способен осуществлять анализ новых технологий производства материалов и разрабатывать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности	– ПК-3.2. Умеет анализировать данные о химическом составе, структуре и свойствах материалов, способах их формирования, а также устанавливать связь состава, структуры и свойств материалов с технологическими и эксплуатационными свойствами. – ПК-3.3. Владеет современными методами исследования материалов, навыками статистической обработки и анализа результатов исследований, формулирования выводов и заключений, оформления отчетной документации.	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Современные методы исследования материалов*».

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 25 баллов (максимально по 2,5 балла за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1.	1	Определение степени шероховатости поверхности покрытий	4
2.	1	Химические методы определения толщины металлических покрытий. Физические методы определения толщины металлических покрытий	4
3.	1	Испытание покрытий на адгезионную прочность	4
4.	1	Испытание покрытий на износ	4
5.	1	Определение микротвердости покрытий	3
6.	1	Определение блеска покрытий	3
7.	1	Определение пористости покрытий	3
8.	1	Ускоренные коррозионные испытания	3
9.	1	Испытания покрытий на растяжение	2
10.	2	Определение состава покрытий	4

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче **зачета с оценкой** (2 семестр) 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 рабочей 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

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 20 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 24 балла), реферата (максимальная оценка 15 баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

- 1 Методы испытания лакокрасочных покрытий
- 2 Методы испытания полимерных покрытий
- 3 Методы испытания бетонов
- 4 Методы испытания керамических материалов
- 5 Методы испытания высокопористых ячеистых материалов
- 6 Методы испытания порошковых материалов
- 7 Коррозионные испытания на контактную коррозию
- 8 Коррозионные испытания на щелевую коррозию
- 9 Коррозионные испытания на коррозионное растрескивание
- 10 Коррозионные испытания на коррозию под напряжением
- 11 Коррозионные испытания на питтинговую коррозию
- 12 Коррозионные испытания на межкристаллитную коррозию
- 13 Коррозионные испытания ингибиторов коррозии
- 14 Коррозионные испытания средств временной противокоррозионной защиты
- 15 Методы испытания углеродных материалов
- 16 Методы испытания стеклянных материалов
- 17 Методы испытания печатных плат
- 18 Определение термической стойкости покрытий и материалов
- 19 Определение теплопроводности покрытий
- 20 Определение коэффициента проницаемости
21. Контроль качества гальванических покрытий
22. Контроль качества лакокрасочных покрытий
23. Оборудование для тестирования защитных покрытий
24. Технический контроль в гальванопластике
25. Методы испытания покрытий на истирание
26. Основные требования к системам защитных покрытий
27. Диагностика изоляционных покрытий
28. Метод контроля маслостойкости покрытий
29. Измерение ударопрочности покрытий
30. Методы испытаний металлов, сплавов, покрытий на водородное охрупчивание и измерение пластичности
31. Трибологические испытания покрытий
32. Методы контроля и испытаний авиационных материалов и конструкций
33. Методы испытаний строительных материалов на горючесть
34. Определение светостойкости и стойкости покрытий к УФ-излучению
35. Методы испытания теплофизических свойств покрытий
36. Методы испытания защитных покрытий на самозалечивание
37. Определение цвета и различия в цвете цветных анодных покрытий
38. Основные стандарты в области контроля покрытий
39. Методы испытаний огнезащитных кабельных покрытий
40. Сравнительный анализ лабораторных и опытно-промышленных испытаний внутренних антикоррозионных покрытий промышленных трубопроводов

41. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов
42. Методы испытаний антифрикционных покрытий
43. Методы определения коэффициента поглощения солнечного излучения
44. Методы исследований и испытаний ионно-плазменных покрытий
45. Сканирующая туннельная микроскопия
46. Атомно-силовая микроскопия
47. Конфокальная микроскопия
48. Методы определения состава покрытий
49. Методы испытания клеев
50. Методы исследования физико-химических свойств конструкционных и композиционных материалов

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 20 баллов, по 10 баллов за каждую работу-

Контрольная работа №1 состоит из одного вопроса, предусматривающего развернутый ответ и трех тестовых вопросов, относящихся к изучаемым разделам дисциплины.

1.

А. Контроль качества покрытий.

Б.

а	К порам промежуточного размера относятся поры, радиус которых ...	1,5-100 нм
		1-10 мм
		1-150 нм
		0,5-50 нм
б	Паяемость покрытий можно считать высокой если изменение удельной поверхностной энергии при смачивании....	меньше 0,4 Дж/м ²
		больше 0,4 Дж/м ²
		меньше 0,2 Дж/м ²
		больше 0,2 Дж/м ²
в	Из представленных металлических покрытий наибольшей величиной внутренних напряжений обладает:	Au
		Cr
		Ni
		Cu

2.

А. Методы измерения толщины покрытия с разрушением изделия.

Б.

а	Раствор красной кровяной соли $K_3Fe(CN)_6$, реагируя с ионами железа, образует	$Fe[Fe(CN)_6]$
		$KFe[Fe(CN)_6]$
		$KFe[Fe(CN)_6]_2$
		$K_2Fe[Fe(CN)_6]$
б	К физическим разрушающим методам определения толщины не относится ...	микроскопический
		метод хорды
		спектральный
		кулонометрический
в	Оже-спектроскопия не подразделяется на ...	электронную
		ионную
		рентгеновскую

		фотоэлектронную
--	--	-----------------

3.

А. Химические методы измерения толщины. Метод стравливания

Б.

а	Для определения пористости многослойных покрытий никель-хром, медь-никель-хром на стали и цинковых сплавах применяют	метод анодной поляризации
		метод заливки
		метод контактных отпечатков
		метод Корродкот
б	Возрастание внутренних напряжений не наблюдается при ...	снижении плотности тока
		нестационарных режимах электролиза
		уменьшении температуры
		увеличении pH
в	По Оже-спектрам нельзя ...	получать информацию о межатомных взаимодействиях
		измерять энергетические спектры электронов, вылетающих при фотоэлектронной эмиссии
		проводить химический анализ газов
		определить элементный состав приповерхностных слоёв твёрдых тел

4.

А. Химические методы измерения толщины. Капельный метод (метод капли)

Б.

а	Принципиальная схема установки для определения начальной скорости и времени смачивания не содержит в своем составе ...	ванночка с припоем
		пружинный подвес
		тензометрический усилитель
		полярограф
б	Для расчёта внутренних напряжений по методу ленточного катода используется следующая формула ...	$\sigma = \frac{E_K \cdot l_K^2 \cdot y_r}{3S_K^2 \cdot l}$
		$\sigma = \frac{E_K \cdot l_K \cdot y_L}{2S_K \cdot l}$
		$\sigma = \frac{E_K \cdot l_K^2 \cdot \varphi}{12\pi \cdot R \cdot n \cdot l}$
		ни одна из формул
в	К основным видам рентгенофлуоресцентного анализа не относят ...	полуколичественный анализ
		полукачественный анализ
		идентификация вещества
		количественный анализ

5.

А. Химические методы измерения толщины. Струйные методы

Б.

а	Метод изучения атомной структуры, не имеющий равных при качественном и количественном анализе поверхности	рентгенофотоэлектронная спектроскопия
		рентгенофлуоресцентный анализ
		атомно-эмиссионная спектроскопия

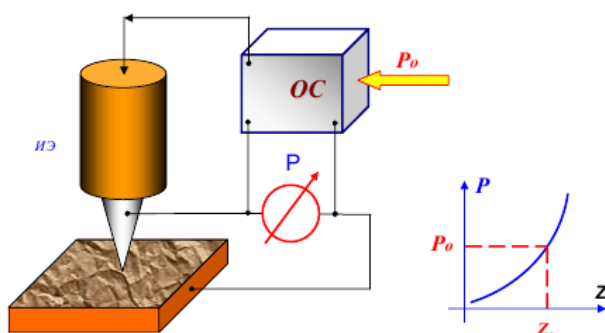
	твёрдых тел и тонких (≈ 10 нм) плёнок	Оже-спектроскопия
б	Шкала твердости Моосом создана в ...	1725 году
		2015 году
		1811 году
		1963 году
в	Для заведомо твёрдых материалов применяют наконечник в форме ...	четырёхгранной пирамиды с квадратным основанием
		трёхгранной пирамиды
		четырёхгранная пирамида с ромбическим основанием
		цилиндрического сектора

Контрольная работа №2 состоит из двух вопросов предусматривающих развернутый ответ, относящихся к изучаемому разделу дисциплины.

Вариант № 1

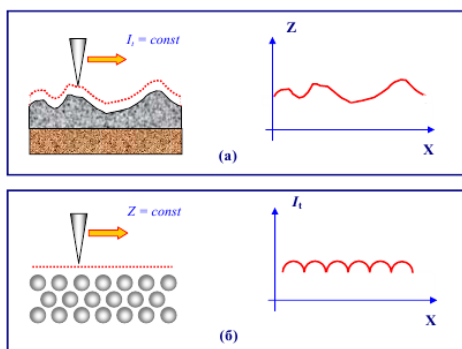
Вопрос № 1

Объясните на примере приведённой выше схемы принцип организации обратной связи зондового микроскопа. Дайте пояснение зависимости $P = f(Z)$ приведённой на правом графике.



Вопрос № 2

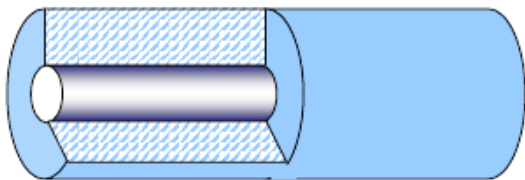
Два метода формирования СТМ изображений поверхности: постоянного туннельного тока (а) и постоянного среднего расстояния (б). Особенности и области применения



Вариант № 2

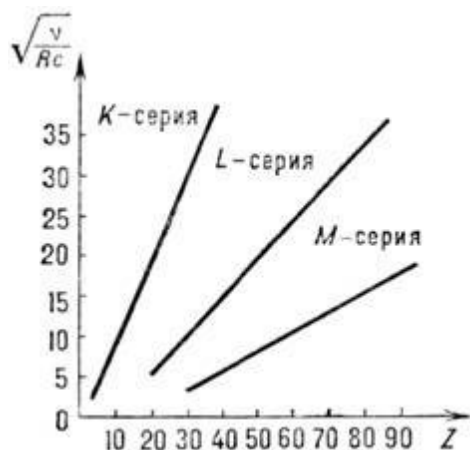
Вопрос № 1

Зонды БОМ на основе оптического волокна.



Вопрос № 2

Закон Мозли - основа рентгенофлуоресцентного анализа.



8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – зачет с оценкой).

Билет включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса. 1 вопрос – 10 баллов, вопрос 2 – 15 баллов, вопрос 3 – 15 баллов.

1. Контроль качества покрытий.
2. Контроль внешнего вида покрытий
3. Методы измерения толщины покрытия с разрушением изделия.
4. Химические методы измерения толщины. Метод стравливания
5. Химические методы измерения толщины. Капельный метод (метод капли)
6. Химические методы измерения толщины. Струйные методы
7. Химические методы измерения толщины. Кулонометрический метод
8. Физические методы измерения толщины. Микроскопический метод
9. Неразрушающие методы измерения толщины покрытия. Весовой метод (метод измерения масс).
10. Неразрушающие методы измерения толщины покрытия. Электромагнитные методы
11. Неразрушающие методы измерения толщины покрытия. Метод вихревых токов
12. Неразрушающие методы измерения толщины покрытия. Радиометрические методы.
13. Неразрушающие методы измерения толщины покрытия. Рентгенофлуоресцентный метод
14. Неразрушающие методы измерения толщины покрытия. Ультразвуковой метод
15. Определение пористости покрытия методом наложения фильтровальной бумаги
16. Определение пористости покрытия. Метод паст
17. Определение пористости покрытия. Метод погружения (метод заливки)

18. Испытание покрытий на адгезионную прочность. Метод полирования. Метод протирания.
19. Испытание покрытий на адгезионную прочность. Испытание полированием стальными шариками. Метод крацевания.
20. Испытание покрытий на адгезионную прочность. Метод изгиба. Метод навивки.
21. Испытание покрытий на адгезионную прочность. Метод растяжения. Метод нанесения сетки царапин (метод рисков).
22. Испытание покрытий на адгезионную прочность. Метод нагрева. Метод изменения температур.
23. Испытание покрытий на адгезионную прочность. Метод опиловки. Испытание шлифовкой и опиловкой.
24. Испытание покрытий на адгезионную прочность. Испытание с помощью зубила. Метод выдавливания. Испытание дробеструйной обработкой.
25. Количественные методы определения прочности сцепления
26. Измерение блеска покрытий
27. Определение степени шероховатости поверхности покрытий
28. Испытания покрытий на износостойкость
29. Измерение твёрдости методами статического вдавливания
30. Измерение твёрдости с помощью напильников
31. Метод Мооса для определения твёрдости гальванических покрытий
32. Ультразвуковой метод измерения твёрдости
33. Испытание на растяжение
34. Измерение внутренних напряжений. Метод гибкого катода
35. Измерение внутренних напряжений. Метод спирального катода (контрактометра)
36. Измерение внутренних напряжений. Метод растяжения-сжатия ленточного катода
37. Испытания покрытий на жаростойкость
38. Определения паяемости покрытий
39. Определение электрических характеристик покрытий
40. Ускоренные коррозионные испытания покрытий. Испытания во влажной атмосфере
41. Ускоренные коррозионные испытания покрытий. Испытания под слоем конденсата
42. Ускоренные коррозионные испытания покрытий. Испытания в соляном тумане
43. Ускоренные коррозионные испытания покрытий. Испытания при воздействии сернистого газа. Испытания в сероводороде
44. Ускоренные коррозионные испытания покрытий. Циклические испытания
45. Ускоренные коррозионные испытания покрытий. Испытание по методу Корродкот
46. Методы контроля защитных свойств неметаллических неорганических покрытий
47. Определение специальных свойств конверсионных покрытий
48. Определение состава электрохимических покрытий. Оже-спектроскопия
49. Определение состава электрохимических покрытий. Фотоэлектронная спектроскопия
50. Определение состава электрохимических покрытий. Рентгенофлуоресцентный анализ.
51. Зондовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ).
52. Атомно-силовая микроскопия (АСМ), электросиловая микроскопия (ЭСМ), магнитно-силовая микроскопия (МСМ).
53. Оптические методы исследования материалов. Ближнепольная оптическая микроскопия (БОМ), конфокальная микроскопия, эллипсометрия.

Максимальное количество баллов за *зачет с оценкой* – 40 баллов.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (2 семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «Современные методы исследования материалов» проводится во 2 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины. Билет для *зачета с оценкой* состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для *зачета с оценкой*:

<i>«Утверждаю»</i> <i>Зав. кафедрой</i> Т.А. Ваграмян (Подпись) «__» _____ 2024 г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра инновационных материалов и защиты от коррозии
	22.04.01 Материаловедение и технологии материалов Программа – «Инновационные материалы и защита от коррозии»
	Современные методы исследования материалов
Билет № 1	
1. Испытание покрытий на адгезионную прочность. Метод нанесения сетки царапин.	
2. Ускоренные коррозионные испытания покрытий. Испытания в соляном тумане.	
3. Определение состава покрытий. Фотоэлектронная спектроскопия.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Абрашов А.А., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А., Смирнов К.Н. Методы контроля и испытания электрохимических и конверсионных покрытий: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2016. – 212 с.
2. Абрашов А.А., Желудкова Е.А., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А. Методы испытания покрытий. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2018. – 104 с.
3. Спектральные методы анализа. Практическое руководство: учебное пособие / В. И. Васильева, О. Ф. Стоянова, И. В. Шкутина, С. И. Карпов. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 416 с. — ISBN 978-5-8114-1638-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211631>
4. Сутягин, В.М. Физико-химические методы исследования полимеров [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.М. Сутягин, А.А. Ляпков. — Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 140 с.

Дополнительная литература

1. ГОСТ 9.302-88. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы контроля [Электронный ресурс].
2. Земсков, Ю.П. Организация и технология испытаний [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.П. Земсков, Л.И. Назина. Санкт-Петербург: Лань. 2022. 220 с.
3. Кокарев Г. А., Колесников В. А., Капустин Ю. И. Методы исследования поверхностей металлов в электрохимии. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева. 1999. 45 с.

4. Лебухов, В.И. Физико-химические методы исследования [Электронный ресурс]: учебник / В.И. Лебухов, А.И. Окара, Л.П. Павлюченкова. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2022.- 480 с.
5. Горашенко, Н. Г. Методы исследования материалов электронной техники и наноматериалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н. Г. Горашенко, О. Б. Петрова, И. В. Степанова. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. - 93 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Раздаточный иллюстративный материал к лекциям
2. Презентации к лекциям
3. Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ

Журналы

1. Гальванотехника и обработка поверхности. ISSN 0869-5326
2. Журнал прикладной химии. ISSN 0044-4618
3. Applied Surface Science. ISSN 0169-4332
4. Физикохимия поверхности и защита материалов (с 2008 г.). ISSN 0044-1856
5. Стандарты и качество. ISSN 0038-9692
6. Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. ISSN 2073-0004
7. Surface and Coatings Technology. ISSN 0257-8972
8. Приборы. ISSN 2071-7865

Интернет-ресурсы

<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://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 (17 шт).

10. 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 01.01.2023 составляет 1 727 628 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.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Современные методы исследования материалов»* проводятся в форме лекций, практических, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Электронные средства демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебная мебель.

Специализированное лабораторное исследовательское и испытательное оборудование.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплект презентаций к лекциям; наборы образцов различных материалов и покрытий.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; WEB-камеры; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; буклеты и каталоги оборудования, справочники по сырьевым материалам, справочники по наилучшим доступным технологиям электрохимических производств; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Контроль качества покрытий	<i>Знает:</i> – основные термины и понятия физического, физико-химического и электрического контроля материалов и покрытий; – типы современных приборов для контроля и исследования материалов и покрытий; – классические приемы работы на исследовательских приборах; – основы проведения сложных многоуровневых научных экспериментов с использованием новейшего оборудования. <i>Умеет:</i> – воспроизводить методику выполнения измерений тех или иных свойств материалов; – выбирать оптимальный метод испытания покрытий для конкретных задач; – применять теоретические знания, полученные в результате изучения дисциплины, по выбору современных методов исследования поверхности при поведении НИР и при написании научных статей и отчетов. <i>Владеет:</i> – основными современными методами испытания и исследования материалов и покрытий; – навыками работы на современном исследовательском оборудовании; – навыками по анализу и систематизации отечественных и международных стандартов на исследование материалов и покрытий.	Оценка за контрольные работы Оценка за лабораторные работы Оценка за реферат Оценка за зачет с оценкой
Раздел 2. Спектральные методы исследования материалов	<i>Знает:</i> – основные термины и понятия физического, физико-химического и электрического контроля материалов и покрытий; – типы современных приборов для контроля и исследования материалов	Оценка за контрольные работы Оценка за лабораторные работы

	и покрытий; – классические приемы работы на исследовательских приборах; – основы проведения сложных многоуровневых научных экспериментов с использованием новейшего оборудования. <i>Умеет:</i> – воспроизводить методику выполнения измерений тех или иных свойств материалов; – выбирать оптимальный метод испытания покрытий для конкретных задач; – применять теоретические знания, полученные в результате изучения дисциплины, по выбору современных методов исследования поверхности при поведении НИР и при написании научных статей и отчетов. <i>Владеет:</i> – основными современными методами испытания и исследования материалов и покрытий; – навыками работы на современном исследовательском оборудовании; – навыками по анализу и систематизации отечественных и международных стандартов на исследование материалов и покрытий.	Оценка за реферат Оценка за зачет с оценкой
--	---	---

13. 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 высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- 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 дисциплины
«Современные методы исследования материалов»**

**основной образовательной программы
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов**

«Инновационные материалы и защита от коррозии»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		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»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Современные проблемы стандартизации»

**Направление подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии
материалов**

**Магистерская программа – «Инновационные материалы и
защита от коррозии»**

Квалификация «магистр»

Москва 2024

Программа составлена к.т.н., доцентом Х.А. Невмятуллиной

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии «12» апреля 2024 г., протокол № 8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой инновационных материалов и защиты от коррозии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «**Современные проблемы стандартизации**» относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области технического регулирования и стандартизации

Цель дисциплины – состоит в усвоении студентами знаний о современных проблемах в области технического регулирования и стандартизации, умении применять документы международных, национальных и межгосударственных организаций стандартизации в профессиональной деятельности, приобретении навыков использования стандартов при внедрении инновационных продуктов и технологий в области защиты от коррозии.

Задачи дисциплины

- изучение законодательной базы деятельности по стандартизации;
- ознакомление с историей создания и структурой, руководящими органами международных и национальных организаций по стандартизации; изучение взаимодействия международных и национальных организаций по стандартизации, рассмотрение проблем гармонизации стандартов и международной деятельности Росстандарта;
- изучение вновь вводимых стандартов в области наукоемких технологий, социальной сферы, ознакомление с проектами стандартов и технических регламентов.

Дисциплина «**Современные проблемы стандартизации**» преподается во 2 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и информацию, систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности

2.2. Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Участие в организации и проведении проектов, исследований и разработок новых материалов и композиций, научных и прикладных экспериментов по созданию новых процессов получения и обработки материалов, а также изделий	Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами	ПК-6 Способен определять функциональные и коррозионные характеристики оборудования, материалов и покрытий, определять их соответствие заявленным потребностям характеристикам; осуществлять контроль качества материалов и покрытий с применением известных и модифицированных методов испытаний	ПК-6.1. Знает требования к функциональным и коррозионным характеристикам оборудования, материалов и покрытий, способы контроля, а также регламентирующие их нормативные документы. ПК-6.2. Умеет оценивать соответствие технологического процесса в области защиты от коррозии, а также материалов и оборудования современным требованиям с учетом экологической безопасности ПК-6.3. Владеет навыками тестирования материалов и покрытий, разработки стандартов на технологические процессы нанесения и методы контроля материалов и покрытий	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по электрохимической защите от коррозии линейных сооружений и объектов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.10.2021 №714н. Д Управление системой электрохимической защиты линейных сооружений и объектов (уровень квалификации – 7)

				Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
--	--	--	--	---

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- основы законодательной базы отечественной системы стандартизации;
- требования нормативных документов в области защиты от коррозии и старения;
- принципы построения общероссийской системы классификаторов.

Уметь:

- анализировать состояние и динамику современного состояния стандартизации;
- разрабатывать планы по созданию инновационных продуктов с учетом стандартов в области риска внедрения новых технологий;
- оценивать соответствие продукции и процессов требованиям нормативных документов в области защиты от коррозии и ресурсосбережения;

Владеть:

- навыками по сбору, обработке, анализу, систематизации и обобщению нормативной информации;
- навыками по обобщению международного и зарубежного опыта при решении практических задач;
- навыками разработки стандартов и других нормативно-технических документов и применения их для оценки свойств материалов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,94	34	25,5
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,75
в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	0,47	17	12,75
Самостоятельная работа	3,06	110	82,5
Контактная самостоятельная работа	0,01	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3,04	109,6	82,2
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов					
		Всего	Прак. зан.	Лекции	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Сам. работа
1.	Раздел 1. РФ Современное состояние и перспективы развития Национальная система стандартизации. Основные направления государственного регулирования инновационной деятельности.	46	5	5	5	5	36
1.1	Стандартизация как научно-техническая деятельность.	14	1	1	1	1	12
1.2	Стандарты в области ресурсосбережения	16	2	2	2	2	12
1.3	Система общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации.	16	2	2	2	2	12
2.	Раздел 2. Международная стандартизация	48	6	6	6	6	36
2.1	Международные организации стандартизации.	16	2	2	2	2	12
2.2	Региональные и национальные организации.	16	2	2	2	2	12
2.3	Международные организации, участвующие в стандартизации. Международное и региональное сотрудничество в области стандартизации.	16	2	2	2	2	12
3.	Раздел 3. Стандартизация в развитии современного общества	50	6	6	6	6	38
3.1	Стандарты в области наукоемких технологий и инжиниринга.	18	2	2	2	2	14
3.2	Устойчивое развитие общества и стандартизация.	16	2	2	2	2	12
3.3	Профессиональные стандарты как ориентир в подготовке специалистов для высокотехнологичной индустрии.	16	2	2	2	2	12
	Итого	144	17	17	17	17	110

Раздел 1. РФ Современное состояние и перспективы развития. Национальная система стандартизации. Основные направления государственного регулирования инновационной деятельности.

1.1. Стандартизация как научно-техническая деятельность. Цели и принципы стандартизации. Дорожная карта развития национальной системы стандартизации. Федеральный закон № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Технические регламенты как основа обеспечения безопасности продукции работ, услуг. Международные, региональные (межгосударственные) и национальные стандарты.

1.2. Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. «Обработка поверхностей металлов и пластмасс с использованием электролитических или химических процессов» (ИТС 36-2017).

1.3. Развитие нормативной базы по управлению инновационной деятельностью. Роль государства в осуществлении инновационной деятельности.

1.4. Система общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации. Принципы кодирования. Актуализация и гармонизация классификаторов.

Раздел 2. Международная стандартизация.

2.1. Международные организации стандартизации. История создания, современная структура, членство, руководящие органы, финансирование, процедура разработки стандартов и их утверждения, взаимодействие с другими организациями по стандартизации. ISO (International Organization for Standardization) Международная организация по стандартизации. IEC (International Electro technical Commission) Международная электротехническая комиссия. ITU (International Telecommunication Union) Международный союз электросвязи.

2.2. Региональные организации. История создания, современная структура, членство, руководящие органы, финансирование, процедура создания стандартов и их утверждение, особенности и взаимодействие с другими организациями по стандартизации. Межгосударственный совет СНГ. Европейский комитет по стандартизации - European Committee for Standardization (CEN).

2.3. Национальные организации. Усиление взаимодействия региональных и национальных организаций. Великобритания: British Standards Institution (BSI) Британская организация по стандартизации. Германия: Deutsches Institut für Normung (DIN) Институт стандартизации Германии. США: American National Standards Institute (ANSI) Американский национальный институт по стандартизации; National Institute of Standards and Technology (NIST) Национальный институт по стандартизации и технологии;

2.4. Международные организации, участвующие в стандартизации. История создания, современная структура, членство, руководящие органы, финансирование, процедура создания стандартов и их утверждение, особенности и взаимодействие с другими организациями по стандартизации. Европейская экономическая комиссия ООН (ЕЭК ООН). Всемирная торговая организация (ВТО). Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН. Всемирная организация здравоохранения. Международная организация законодательной метрологии (МОЗМ). Международная федерация по документации. Международная организация потребительских союзов (МОПС). Международное бюро мер и весов (МБМВ). Международный союз по теоретической и прикладной химии - International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC).

2.5. Международное и региональное сотрудничество в области стандартизации. Проблемы гармонизации стандартов в условиях цифровой экономики. Применение международных, региональных (в том числе межгосударственных) стандартов в России.

Раздел 3. Стандартизация в развитии современного общества.

3.1. Стандарты в области наукоемких технологий и инжиниринга. Стандарты группы ГОСТ Р 57272 «Менеджмент риска применения новых технологий». Предварительный национальный стандарт (ПНСТ) 451.1-2020. «Инновационный менеджмент. Управление продукцией». Менеджмент знаний в области инжиниринга: общие положения, принципы и понятия.

3.2. Устойчивое развитие общества и стандартизация. Применение стандартов по социальной ответственности в деятельности предприятий высокотехнологичных отраслей. Зеленые стандарты, их роль в обеспечении безопасности процессов обработки поверхности.

3.3. Профессиональные стандарты как ориентир в подготовке специалистов для высокотехнологичной индустрии.

3.4. Стандартизация в социальной сфере. Показатели качества жизни. Роль стандартизации в развитии экономики и повышении качества жизни.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:				
1	основы законодательной базы отечественной системы стандартизации;		+	+	+
2	требования нормативных документов в области защиты от коррозии и старения;		+	+	+
3	принципы построения общероссийской системы классификаторов;		+	+	+
	Уметь:				
4	анализировать состояние и динамику современного состояния стандартизации		+	+	+
5	разрабатывать планы по созданию инновационных продуктов с учетом стандартов в области риска внедрения новых технологий;		+	+	+
6	оценивать соответствие продукции и процессов требованиям нормативных документов в области защиты от коррозии и ресурсосбережения;		+	+	+
	Владеть:				
7	навыками по сбору, обработке, анализу, систематизации и обобщению нормативной информации		+	+	+
8	навыками по обобщению международного и зарубежного опыта при решении практических задач		+	+	+
9	навыками разработки стандартов и других нормативно-технических документов и применения их для оценки свойств материалов;		+	+	+
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК			
	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и информацию, систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности	+	+	+
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК			

10	ПК-6 Способен определять функциональные и коррозионные характеристики оборудования, материалов и покрытий, определять их соответствие заявленным потребительским характеристикам; осуществлять контроль качества материалов и покрытий с применением известных и модифицированных методов испытаний	ПК-6.1. Знает требования к функциональным и коррозионным характеристикам оборудования, материалов и покрытий, способы контроля, а также регламентирующие их нормативные документы.	+	+	+
		ПК-6.2. Умеет оценивать соответствие технологического процесса в области защиты от коррозии, а также материалов и оборудования современным требованиям с учетом экологической безопасности	+	+	+
		ПК-6.3. Владеет навыками тестирования материалов и покрытий, разработки стандартов на технологические процессы нанесения и методы контроля материалов и покрытий.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

№ п./п	№ раздела дисциплин ы	Примерные темы практических занятий	Часы
1	1.1	Дорожная карта развития национальной системы стандартизации. Порядок разработки Технических регламентов ЕАЭС. Обсуждение проектов регламентов.	1
2	1.2	Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). НДТ ИТС-36.	2
3	1.3	Группы классификаторов. Принципы кодирования. Актуализация и гармонизация классификаторов.	2
4	2.1	Международное и региональное сотрудничество в области стандартизации. Виды документов, их обозначение, порядок принятия: ISO, IEC, ITU, CEN, CENELEC, ETSI, МГС.	2
5	2.2	Национальная стандартизация. Виды документов, их обозначение, порядок принятия: BSI, DIN, NIST, ANSI, NACE.	2
6	2.3	Кодекс Alimentarius. ВОЗ, Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН. IUPAC. МБМВ, МОЗМ. Гармонизация стандартов.	2
7	3.1	ГОСТ Р 57272.1-2016. Менеджмент риска применения новых технологий. Концепция бережливого производства. Основные стандарты. Опыт внедрения. знаний в области инжиниринга.	2
8	3.2	ГОСТ Р 54598.1-2015. Менеджмент устойчивого развития. ГОСТ Р ИСО 37120-2015. Устойчивое развитие сообщества. Критерии зеленых технологий.	2
9	3.3	Профессиональные стандарты. Специалист по электрохимическим и электрофизическим методам обработки материалов. Специалист в области материаловедческого обеспечения технологического цикла производства объемных нанометаллов, сплавов, композитов на их основе и изделий из них	2

Лабораторные занятия не предусмотрены.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине «Современные проблемы стандартизации»

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче зачета с оценкой 2 семестр.

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 рабочей 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

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ и реферата (максимальная оценка 60 баллов), и итогового контроля в форме зачет с оценкой.

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Перечень тем рефератов (контрольная точка 3):

1. Роль государства в системе национальной стандартизации (на примере какой-либо страны).
2. Международная стандартизация и безопасность в различных сферах (машиностроение, фармацевтика, продукты питания).
3. Взаимодействие ИСО и МЭК.
4. Современные проблемы стандартизации на постсоветском пространстве.
5. Стандартизация и четвертая промышленная революция.
6. Роль стандартизации в устойчивом развитии.
7. Менеджмент риска внедрения новых технологий.
8. Менеджмент знаний.
9. Профессиональные стандарты и их роль в образовательном процессе.
10. Проблемы перевода международных стандартов на русский язык.
11. Роль Росстандарта в МГС.
12. Стандарты в области ресурсосбережения.
13. Проблема отраслевых стандартов.
14. Обзор проектов стандартов по заданной тематике.
15. Стандартизация в странах Африки, Азии и Латинской Америки.
16. Стандартизация в Европейской экономической комиссии ООН (ЕЭК ООН).
17. Деятельность Всемирной торговой организации (ВТО).
18. Инновационные методики работы продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН.
19. Деятельность всемирной организации здравоохранения.
20. Внедрение опыта иностранных государств в обеспечения единства измерений.
21. Внедрение стандартов ИСО в практику метрологического обеспечения.
22. Проблемы международного и регионального сотрудничества в области стандартизации.
23. Проблемы гармонизации стандартов.
24. Опыт применения международных, региональных (в том числе межгосударственных) стандартов в России.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Раздел 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

Перечень вопросов для текущего контроля к разделу 1.

1. Стандартизация как научно-техническая деятельность.

2. Цели и принципы стандартизации.
3. Порядок формирования и работа технических комитетов по стандартизации.
4. Актуализация и пересмотр стандартов.
5. Финансирование работ по стандартизации.
6. Стандартизация в инновационных отраслях промышленности.
7. Концепция развития национальной системы стандартизации.
8. Федеральный закон «О стандартизации в РФ».
9. Наиболее динамично развивающиеся области стандартизации в России.
10. Порядок разработки стандартов.
11. Требования к оформлению и содержанию стандартов.
12. Основополагающие стандарты.
13. Экспертиза стандартов.
14. Технические регламенты
15. Система общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации.
16. Принципы кодирования.
17. Актуализация и гармонизация классификаторов.
18. Техническое регулирование безопасного обращения химической продукции.
19. Предварительные стандарты.
20. Технические условия, их роль в системе документов по стандартизации.

Раздел 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2. Контрольная работа содержит 2 вопроса, по 10 баллов за вопрос.

Перечень вопросов для текущего контроля к разделу 2.

1. Международные организации по стандартизации.
2. Взаимодействие организаций по стандартизации.
3. Организация по стандартизации ISO. История создания, современная структура, членство.
4. Организация по стандартизации ISO. Руководящие органы, финансирование, процедура создания стандартов и их утверждение.
5. Международная организация по стандартизации. ИЕС. История создания, современная структура, членство.
6. Международная организация по стандартизации. ИЕС. Руководящие органы, финансирование, процедура создания стандартов и их утверждение.
7. Международная организация по стандартизации ИТУ. История создания, современная структура, членство.
8. Международная организация по стандартизации ИТУ. Руководящие органы, финансирование, процедура создания стандартов и их утверждение.
9. Региональные организации по стандартизации.
10. Межгосударственный совет СНГ. История создания, современная структура, членство.
11. Межгосударственный совет СНГ. Руководящие органы, финансирование, процедура создания стандартов и их утверждение
12. Европейский комитет по стандартизации CEN. История создания, современная структура, членство.
13. Европейский комитет по стандартизации CEN. Руководящие органы, финансирование, процедура создания стандартов и их утверждение.
14. Британская организация по стандартизации BSI. История создания, современная структура, членство, руководящие органы, финансирование, процедура создания стандартов и их утверждение.
15. Институт стандартизации Германии DIN. История создания, современная структура, членство, руководящие органы, финансирование, процедура создания стандартов и их утверждение.
16. Американский национальный институт по стандартизации ANSI. История создания, современная структура, членство, руководящие органы, финансирование, процедура создания стандартов и их утверждение.

17. Национальный институт по стандартизации и технологии ASTM. История создания, современная структура, членство, руководящие органы, финансирование, процедура создания стандартов и их утверждение.
18. Ассоциация по стандартизации Финляндии SFS. История создания, современная структура, членство, руководящие органы, финансирование, процедура создания стандартов и их утверждение.
19. Комитет промышленных стандартов Японии JISC. История создания, современная структура, членство, руководящие органы, финансирование, процедура создания стандартов и их утверждение.
20. Международные организации, участвующие в стандартизации.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины во 2 семестре зачет с оценкой

Билет включает контрольные вопросы по разделам 1, 2 и 3 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов,

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины

1. Законодательная база деятельности по стандартизации. Цели и принципы стандартизации.
2. Национальные организации по стандартизации
3. Концепция развития национальной системы стандартизации.
4. Система стандартизации США
5. Федеральный закон «О стандартизации в РФ».
6. Общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации. Система идентификации, классификации и кодирования информации.
7. Технические регламенты: порядок разработки, принятия и применения.
8. Организации, участвующие в стандартизации (на примере двух-трех организаций.)
9. Международная система стандартизации, ее цели, задачи.
10. Стандарты менеджмента риска внедрения новых технологий.
11. Международная организация по стандартизации ISO.
12. Актуальные проблемы стандартизации в химической отрасли
13. Международная электротехническая комиссия IEC.
14. Международный союз электросвязи ITU.
15. Стандартизация в управлении качеством жизни. Задачи и основные показатели.
16. Техническое регулирование в менеджменте устойчивого развития.
17. Проблемы метрологии в аналитической химии
18. Европейские организации по стандартизации
19. Стандарты в области инжиниринга.
20. Проблемы метрологии в социологии и психологии.
21. Стандарты по оценке риска внедрения новых технологий
22. Наиболее перспективные направления развития метрологического обеспечения.
23. Внедрение опыта иностранных государств в обеспечения единства измерений.
24. Внедрение стандартов ИСО в практику метрологического обеспечения.
25. Порядок разработки стандартов.
26. Требования к оформлению и содержанию стандартов.
27. Актуализация и пересмотр стандартов.
28. Финансирование работ по стандартизации.
29. Стандартизация в инновационных отраслях промышленности.
30. Концепция развития национальной системы стандартизации.
31. Цели и принципы стандартизации.
32. Порядок формирования и работа технических комитетов по стандартизации.

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой.

Зачет с оценкой дисциплины «Современные проблемы стандартизации» проводится в 2 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1, 2 и 3 рабочей программы дисциплины. Билет для зачета с оценкой состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для зачета с оценкой:

«Утверждаю» Зав. кафедрой ИМиЗК _____ Т.А. Ваграмян «__» _____ 2024 г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра инновационных материалов и защиты от коррозии
	22.04.01 Материаловедение и технологии материалов Магистерская программа – Инновационные материалы и защита от коррозии Современные проблемы стандартизации
Билет № 1 1. Вопрос: Законодательная база деятельности по стандартизации. Цели и принципы стандартизации 2. Вопрос: Национальные организации по стандартизации	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Лифиц, И. М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия: учебник и практикум для вузов / И. М. Лифиц. — 14-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 423 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14208-2. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]
2. Камардин Н.Б., Суркова И.Ю. Метрология, стандартизация, подтверждение соответствия: учебное пособие. Издательство "Лань". 2013. 240 с.
3. Правила по стандартизации. ПР 50.1.008-2013. Организация и проведение работ по международной стандартизации в Российской Федерации. Дата актуализации: 12.02.2016

Б. Дополнительная литература

1. Российская Федерация. Законы: ФЗ № 184 от 27 декабря 2002 г. «О техническом регулировании»; ФЗ № 162-ФЗ от 29.06. 2015 г. "О стандартизации в Российской Федерации".
2. Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России»
3. Мостовова, Н. А. Принципы сертификации в зарубежных странах [Текст]: учебное пособие / Н.А. Мостовова; Ред. В.М. Аристов. - М.: РХТУ. Издат. центр, 2001. 28 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Компетентность». ISSN 1993-8780
- Журнал «Методы менеджмента качества». ISSN: 2542-0437
- Журнал «Стандарты и качество». ISSN 0038-9692

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

- <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.ru> - Научная библиотека Московского государственного университета
- <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
- <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.

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

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2014 № 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: 10.04.2023).
- 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: 15.03.2024).
- 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: 15.03.2024).
- 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: 10.04.2024).
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 20.05.2024).
- ФЭПО: соответствие требованиям ФГОС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fero.i-exam.ru/> (дата обращения: 16.04.2024).

10. 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.

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.

Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2023 составляет 1 727 628 экз.

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

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Современные проблемы стандартизации» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы студента.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплект презентаций к лекционным курсам.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; WEB-камеры; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; буклеты и каталоги оборудования, справочники по сырьевым материалам, справочники по наилучшим доступным технологиям; справочные материалы в печатном и электронном виде

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. РФ Современное состояние и перспективы развития. Национальная система стандартизации. Основные направления государственного регулирования инновационной деятельности.	<i>Знает:</i> – основы законодательной базы отечественной системы стандартизации; <i>Умеет:</i> – анализировать состояние и динамику современного состояния стандартизации; <i>Владеет:</i> – навыками по сбору, обработке, анализу, систематизации и обобщению нормативной информации	Оценка по итогам контрольной работы Оценка за реферат Оценка на зачете с оценкой
Раздел 2. Международная стандартизация	<i>Знает:</i> – требования нормативных документов в области защиты от	Оценка по итогам контрольной работы Оценка за реферат

	коррозии и старения <i>Умеет:</i> – разрабатывать планы по созданию инновационных продуктов с учетом стандартов в области риска внедрения новых технологий, <i>Владеет:</i> – навыками по обобщению международного и зарубежного опыта при решении практических задач;	Оценка на зачете с оценкой
Раздел 3. Стандартизация в развитии современного общества	<i>Знает:</i> – принципы построения общероссийской системы классификаторов; <i>Умеет:</i> – оценивать соответствие продукции и процессов требованиям нормативных документов в области защиты от коррозии и ресурсосбережения, <i>Владеет:</i> – навыками разработки стандартов и других нормативно-технических документов и применения их для оценки свойств материалов.	Оценка по итогам контрольной работы Оценка за реферат Оценка на зачете с оценкой

13. 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 высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- 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 дисциплины
«Современные проблемы стандартизации»

основной образовательной программы
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

«
наименование ООП
»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20___г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20___г.
		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»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория и технология формирования неорганических покрытий»

Направление подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Магистерская программа – «Инновационные материалы и защита от коррозии»

Квалификация «магистр»

Москва 2024

Программа составлена доцентом кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии к.т.н. А.А. Абрашовым и В.Х. Алешиной

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии
«12» апреля 2024 г., протокол № 8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **22.04.01 Материаловедение и технологии материалов** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Инновационных материалов и защиты от коррозии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Теория и технология формирования неорганических покрытий»** относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области материаловедения, защиты от коррозии с помощью нанесения неорганических покрытий.

Цель дисциплины – изучение закономерностей направленного изменения или восстановления механических и физико-химических свойств исходных поверхностей изделий в соответствии с их эксплуатационным назначением, посредством нанесения покрытий.

Задачи дисциплины – дать основные знания по известным способам осаждения неорганических покрытий и методам их получения.

– рассмотреть две основные технологические схемы, которые позволяют получать покрытия из неорганических материалов различного эксплуатационного назначения: защитные, декоративные, технологические, конструкционные, восстановительные и др.

Дисциплина **«Теория и технология формирования неорганических покрытий»** преподается в 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Участие в организации и проведении проектов, исследований и разработок новых материалов и композиций, научных и прикладных экспериментов по созданию новых процессов получения и обработки материалов, а также изделий.	Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами.	ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять технологические процессы в области защиты от коррозии; осуществлять выбор материалов для изготовления основного и вспомогательного оборудования и коммуникационных сетей.	ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические процессы в области защиты от коррозии, определять пригодность поверхности к обработке с целью придания требуемых функциональных свойств.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки
			ПК-5.3. Владеет навыками подготовки поверхности к нанесению покрытий, контроля их качества, принятия решений по компоновке линий нанесения защитных металлических и неметаллических покрытий.	

				линейных сооружений и объектов (уровень квалификации – 7) Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
--	--	--	--	--

Участие в организации и проведении проектов, исследований и разработок новых материалов и композиций, научных и прикладных экспериментов по созданию новых процессов получения и обработки материалов, а также изделий.	Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами.	ПК-6. Способен определять функциональные и коррозионные характеристики оборудования, материалов и покрытий, определять их соответствие заявленным потребительским характеристикам; осуществлять контроль качества материалов и покрытий с применением известных и модифицированных методов испытаний.	ПК-6.1. Знает требования к функциональным и коррозионным характеристикам оборудования, материалов и покрытий, способы контроля, а также регламентирующие их нормативные документы.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по электрохимической защите от коррозии линейных сооружений и объектов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.10.2021 №714н. D Управление системой электрохимической защиты линейных сооружений и объектов (уровень квалификации – 7) Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических
--	--	--	---	--

				процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
--	--	--	--	--

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- классификацию всех методов нанесения неорганических покрытий, как внутренних (модифицирование), так и внешних;
- физико-химические свойства неорганических материалов для нанесения покрытий;
- технологические особенности процессов получения различных неорганических покрытий;
- способы осаждения металлических, керамических, композиционных и аморфных покрытий и методы их получения.

Уметь:

- определять на основе экспериментальных исследований характеристики покрытий различного эксплуатационного назначения;
- применять полученную информацию для решения конкретных технологических задач.

Владеть:

- современными тенденциями развития материаловедения и создания новых поколений перспективных материалов;
- навыком непрерывного идентифицирования, как инструментом определения физико-механических свойств пленок и покрытий (модуль Юнга, контактная твердость, адгезия, внутренние напряжения).

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,42	51	38,25
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,75
Лабораторные работы (ЛР)	0,47	17	12,75
Самостоятельная работа	2,58	93	69,75
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,58	93	69,75
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная самостоятельная работа	1	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лекции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
1.	Раздел 1. Нанесение покрытий газотермическим напылением и закреплением порошкового слоя	42	6	4	–	32
1.1	Методы нанесения порошковых покрытий с закреплением и упрочнением слоя. Формирование порошковых покрытий с предварительным нанесением слоя и последующим ею упрочнением. Термическое упрочнение. Упрочнение механическим воздействием. Упрочнение и уплотнение пропиткой. Упрочнение электроконтактным воздействием. Области применения предварительно закрепленных и упрочненных порошковых покрытий.	7	1	2	–	4
1.2	Нанесение порошковых покрытий газотермическим напылением. Общие закономерности процесса газотермического напыления покрытий. Методы газотермического напыления и их классификация. Основные параметры газотермического напыления и их влияние на эффективность процесса. Формирование потока напыления частиц. Формирование покрытий при газотермическом напылении. Температура и давление в контакте напыляемых частиц. Формирование напыленных покрытий расплавленными частицами. Формирование напыленных покрытий твердофазными частицами. Формирование напыленных покрытий смешанными частицами. Формирование однослойных и многослойных газотермических покрытий.	7	1	–	–	6

1.3	Технологические особенности методов газотермического напыления покрытий. Общие закономерности и классификация методов. Способы и технологические особенности плазменного напыления. Способы и технологические особенности газопламенного напыления. Газопламенное напыление с формированием струи за срезом сопла распылителя. Газопламенное напыление с формированием потока газопорошковой смеси в камерах с повышенным давлением. Газопламенное детонационное напыление покрытий.	7	1	—	—	6
1.4	Нанесение газотермических покрытий дуговой и индукционной металлизацией. Способы и технологические особенности «холодного» газодинамического порошкового напыления.	6	1	—	—	5
1.5	Оборудование для газотермического напыления покрытий. Установки для газотермического напыления. Комплектующие блоки и модули в установках для газотермического напыления. Установки для плазменного напыления. Установки и аппаратура для газопламенного напыления. Установки для детонационно-газового напыления. Установки для напыления покрытий дуговой и высокочастотной индукционной металлизацией. Установки для газодинамического напыления покрытий. Технологическая оснастка для газотермического напыления покрытий.	8	1	—	—	7

1.6	Технология газотермического напыления покрытий из материалов различных групп. Общие закономерности. Металлургические процессы при газотермическом нанесении покрытий. Напыление покрытий из металлических и неметаллических элементов. Напыление-покрытий-из металлических сплавов. Напыление покрытий из металлдных соединений и сплавов на их основе. Напыление покрытий из бескислородных неметаллических соединений. Напыление покрытий из оксидных соединений.	7	1	2	–	4
2.	Раздел 2. Нанесение покрытий химическим и электрохимическим осаждением	54	6	8	9	31
2.1	Формирование покрытий при электрохимическом и химическом осаждении. Схема и технологические особенности процесса электрохимического нанесения покрытий. Электрохимические, процессы в электролите и на электродах. Физико-химические процессы при осаждении металлов. Формирование электрохимических покрытий. Параметры электрохимического нанесения покрытий и их влияние на эффективность процесса. Электролитические процессы при нанесении композиционных, электрофорезных и анодных покрытий. Свойства электрохимических покрытий и области их применения. Технологические особенности процесса химического нанесения покрытий.	15	2	2	3	8

2.2	Оснастка цехов и участков для химического и электрохимического нанесения покрытий. Оборудование для механизированной обработки поверхностей изделий. Электролитические и вспомогательные ванны. Источники питания электрохимических процессов. Технологическая оснастка. Механизированные и автоматизированные гальванические линии. Охрана труда при химическом и электрохимическом нанесении покрытий.	13	2	2	2	7
2.3	Технологические особенности нанесения химических и электрохимических покрытий. Исходные материалы для нанесения покрытий. Подготовка поверхности. Классификация электролитов. Нанесение химических и электрохимических покрытий из металлов и их сплавов. Нанесение электрохимических покрытий из неводных растворов.	13	1	2	2	8
2.4	Химическое и электрохимическое модифицирование поверхностей в водных растворах. Оксидирование поверхностей изделий. Оксидирование металлов и сплавов. Фосфатирование металлов и сплавов. Особенности технологического процесса.	13	1	2	2	8
3.	Раздел 3. Нанесение покрытий различного эксплуатационного назначения	48	5	5	8	30

3.1	Нанесение покрытий из расплава. Обобщенная схема процесса формирования покрытий. Смачивание и растекание расплава. Взаимодействие расплавленного материала покрытия с поверхностью изделия. Нанесение покрытий погружением в расплавленные среды. Нанесение покрытий оплавлением слоев из порошковых композиций. Нанесение покрытий наплавкой концентрированными источниками теплоты и из твердофазного компактированного материала. Схемы нанесения покрытий. Технологические особенности нанесения покрытий наплавкой. Механизм и кинетика формирования твердофазных покрытий и их свойства. Технологические особенности нанесения твердофазных покрытий.	12	1	2	–	9
3.2	Общие закономерности в технологии нанесения неорганических покрытий. Конструктивные особенности изделия и требования к материалу покрытия. Выбор метода нанесения покрытия. Разработка оптимальных параметров технологического процесса. Последующая обработка покрытий. Контрольные операции в технологическом процессе нанесения покрытий. Автоматизированное проектирование технологического процесса нанесения покрытий.	7	1	–	–	6
3.3	Нанесение защитных покрытий. Нанесение износостойких покрытий. Нанесение коррозионно-стойких покрытий. Нанесение жаростойких покрытий. Нанесение теплозащитных покрытий. Нанесение радиационно-защитных покрытий.	10	1	3	6	–
3.4	Нанесение декоративных покрытий. Требования к декоративным покрытиям. Декоративные покрытия из металлических материалов. Декоративные покрытия из неметаллических материалов. Декоративные неорганические пленки.	8	1	–	2	5

3.5	Нанесение конструкционных и технологических покрытий. Нанесение технологических покрытий. Нанесение конструкционных покрытий. Нанесение уплотняющих покрытий. Нанесение диэлектрических, токопроводящих и полупроводниковых покрытий. Нанесение оптических покрытий. Послеэксплуатационное восстановление поверхностей изделий нанесением покрытий. Значимость восстановительных покрытий и технологические особенности их нанесения. Твердофазные восстановительные покрытия. Жидкофазные восстановительные покрытия. Нанесение восстановительных покрытий по порошковой схеме формирования. Атомарные восстановительные покрытия.	<i>11</i>	<i>1</i>	—	—	<i>10</i>
	ИТОГО	144	17	17	17	93

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Нанесение покрытий газотермическим напылением и закреплением порошкового слоя

1.1. Методы нанесения порошковых покрытий с закреплением и упрочнением слоя. Формирование порошковых покрытий с предварительным нанесением слоя и последующим его упрочнением. Термическое упрочнение. Упрочнение механическим воздействием. Упрочнение и уплотнение пропиткой. Упрочнение электроконтактным воздействием. Области применения предварительно закрепленных и упрочненных порошковых покрытий.

1.2. Нанесение порошковых покрытий газотермическим напылением. Общие закономерности процесса газотермического напыления покрытий. Методы газотермического напыления и их классификация. Основные параметры газотермического напыления и их влияние на эффективность процесса. Формирование потока напыления частиц. Формирование покрытий при газотермическом напылении. Температура и давление в контакте напыляемых частиц. Формирование напыленных покрытий расплавленными частицами. Формирование напыленных покрытий твердофазными частицами. Формирование напыленных покрытий смешанными частицами. Формирование однослойных и многослойных газотермических покрытий.

1.3. Технологические особенности методов газотермического напыления покрытий. Общие закономерности и классификация методов. Способы и технологические особенности плазменного напыления. Способы и технологические особенности газопламенного напыления. Газопламенное напыление с формированием струи за срезом сопла распылителя. Газопламенное напыление с формированием потока газопорошковой смеси в камерах с повышенным давлением. Газопламенное детонационное напыление покрытий.

1.4. Нанесение газотермических покрытий дуговой и индукционной металлизацией. Способы и технологические особенности «холодного» газодинамического порошкового напыления.

1.5. Оборудование для газотермического напыления покрытий. Установки для газотермического напыления. Комплектующие блоки и модули в установках для газотермического напыления. Установки для плазменного напыления. Установки и аппаратура для газопламенного напыления. Установки для детонационно-газового напыления. Установки для напыления покрытий дуговой и высокочастотной индукционной металлизацией. Установки для газодинамического напыления покрытий. Технологическая оснастка для газотермического напыления покрытий.

1.6. Технология газотермического напыления покрытий из материалов различных групп. Общие закономерности. Металлургические процессы при газотермическом нанесении покрытий. Напыление покрытий из металлических и неметаллических элементов. Напыление покрытий из металлических сплавов. Напыление покрытий из металлидных соединений и сплавов на их основе. Напыление покрытий из бескислородных неметаллических соединений. Напыление покрытий из оксидных соединений.

Раздел 2. Нанесение покрытий химическим и электрохимическим осаждением

2.1. Формирование покрытий при электрохимическом и химическом осаждении. Схема и технологические особенности процесса электрохимического нанесения покрытий. Электрохимические процессы в электролите и на электродах. Физико-химические процессы при осаждении металлов. Формирование электрохимических покрытий. Параметры электрохимического нанесения покрытий и их влияние на эффективность процесса. Электролитические процессы при нанесении композиционных, электрофорезных и анодных покрытий. Свойства электрохимических покрытий и области их применения. Технологические особенности процесса химического нанесения покрытий

2.2. Оснастка цехов и участков для химического и электрохимического нанесения покрытий. Оборудование для механизированной обработки поверхностей изделий.

Электролитические и вспомогательные ванны. Источники питания электрохимических процессов. Технологическая оснастка. Механизированные и автоматизированные гальванические линии. Охрана труда при химическом и электрохимическом нанесении покрытий.

2.3. Технологические особенности нанесения химических и электрохимических покрытий. Исходные материалы для нанесения покрытий. Подготовка поверхности. Классификация электролитов. Нанесение химических и электрохимических покрытий из металлов и их сплавов. Нанесение электрохимических покрытий из неводных растворов

2.4. Химическое и электрохимическое модифицирование поверхностей в водных растворах. Оксидирование поверхностей изделий. Оксидирование металлов и сплавов. Фосфатирование металлов и сплавов. Особенности технологического процесса.

Раздел 3. Нанесение покрытий различного эксплуатационного назначения

3.1. Нанесение покрытий из расплава. Обобщенная схема процесса формирования покрытий. Смачивание и растекание расплава. Взаимодействие расплавленного материала покрытия с поверхностью изделия. Нанесение покрытий погружением в расплавленные среды. Нанесение покрытий оплавлением слоев из порошковых композиций. Нанесение покрытий наплавкой концентрированными источниками теплоты и из твердофазного компактированного материала. Схемы нанесения покрытий. Технологические особенности нанесения покрытий наплавкой. Механизм и кинетика формирования твердофазных покрытий и их свойства. Технологические особенности нанесения твердофазных покрытий.

3.2. Общие закономерности в технологии нанесения неорганических покрытий. Конструктивные особенности изделия и требования к материалу покрытия. Выбор метода нанесения покрытия. Разработка оптимальных параметров технологического процесса. Последующая обработка покрытий. Контрольные операции в технологическом процессе нанесения покрытий. Автоматизированное проектирование технологического процесса нанесения покрытий

3.3. Нанесение защитных покрытий. Нанесение износостойких покрытий. Нанесение коррозионно-стойких покрытий. Нанесение жаростойких покрытий. Нанесение теплозащитных покрытий. Нанесение радиационно-защитных покрытий.

3.4. Нанесение декоративных покрытий. Требования к декоративным покрытиям. Декоративные покрытия из металлических материалов. Декоративные покрытия из неметаллических материалов. Декоративные неорганические пленки.

3.5. Нанесение конструкционных и технологических покрытий. Нанесение технологических покрытий. Нанесение конструкционных покрытий. Нанесение уплотняющих покрытий. Нанесение диэлектрических, токопроводящих и полупроводниковых покрытий. Нанесение оптических покрытий. Послеэксплуатационное восстановление поверхностей изделий нанесением покрытий. Значимость восстановительных покрытий и технологические особенности их нанесения. Твердофазные восстановительные покрытия. Жидкофазные восстановительные покрытия. Нанесение восстановительных покрытий по порошковой схеме формирования. Атомарные восстановительные покрытия.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	
	Знать:				
1	– классификацию всех методов нанесения неорганических покрытий, как внутренних (модифицирование), так и внешних;	+	+	+	
2	– физико-химические свойства неорганических материалов для нанесения покрытий;	+	+		
3	– технологические особенности процессов получения различных неорганических покрытий;	+	+	+	
4	– способы осаждения металлических, керамических, композиционных и аморфных покрытий и методы их получения.	+	+	+	
	Уметь:				
5	– определять на основе экспериментальных исследований характеристики покрытий различного эксплуатационного назначения;	+	+	+	
6	– применять полученную информацию для решения конкретных технологических задач.	+	+	+	
	Владеть:				
7	– современными тенденциями развития материаловедения и создания новых поколений перспективных материалов;	+	+	+	
8	– навыком непрерывного идентифицирования, как инструментом определения физико-механических свойств пленок и покрытий (модуль Юнга, контактная твердость, адгезия, внутренние напряжения).		+		
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>					
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
9	ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять технологические процессы в области защиты от коррозии; осуществлять выбор материалов для изготовления основного и	ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические процессы в области защиты от коррозии, определять пригодность поверхности к обработке с целью придания требуемых функциональных свойств.	+	+	+

10	вспомогательного оборудования и коммуникационных сетей.	ПК-5.3. Владеет навыками подготовки поверхности к нанесению покрытий, контроля их качества, принятия решений по компоновке линий нанесения защитных металлических и неметаллических покрытий.	+	+	+
11	ПК-6. Способен определять функциональные и коррозионные характеристики оборудования, материалов и покрытий, определять их соответствие заявленным потребительским характеристикам; осуществлять контроль качества материалов и покрытий с применением известных и модифицированных методов испытаний.	ПК-6.1. Знает требования к функциональным и коррозионным характеристикам оборудования, материалов и покрытий, способы контроля, а также регламентирующие их нормативные документы.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Часы
1	1	Методы нанесения порошковых покрытий и их технологические особенности. Нанесение порошковых покрытий газотермическим методом.	2
2	1	Технология газотермического напыления покрытий из материалов различных групп. Оборудование.	2
3	2	Электрохимические процессы в электролите и на электродах.	2
4	2	Формирование покрытий при электрохимическом и химическом осаждении. Технологические особенности процессов.	2
5	2	Оснастка цехов и участков для химического и электрохимического нанесения покрытий.	2
6	2	Химическое и электрохимическое модифицирование поверхностей в водных растворах (оксидирование, фосфатирование).	2
7	3	Нанесение покрытий из расплавов.	2
8	3	Общие закономерности в технологии нанесения неорганических покрытий: защитных, износостойких, жаростойких, коррозионно-стойких, конструкционных и др.	3

6.2. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине **«Теория и технология формирования неорганических покрытий»**, а также дает знания об основах электрохимии, материаловедении и защите от коррозии.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 24 балла (максимально по 4 балла за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	2	Химическое меднение	3
2	2	Электрохимическое цинкование	3
3	2	Горячее цинкование	3
4	3	Анодирование алюминия	2
5	3	Оксидирование стали	3
6	3	Фосфатирование	3

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- регулярную проработку пройденного на лекциях, практических и лабораторных занятиях учебного материала и подготовку к выполнению контрольных работ по разделам дисциплины;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного 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 рабочей 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

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольной работы (максимальная оценка 10 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 24 балла), реферата (максимальная оценка 26 баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы

Тема реферата относится к разным разделам дисциплины. Он оценивается из 26 баллов.

1. Нанесение порошковых покрытий газотермическим напылением.
2. Способы и технологические особенности плазменного напыления.
3. Способы и технологические особенности газопламенного напыления.
4. Газопламенное напыление с формированием струи за срезом сопла распылителя.
5. Газопламенное напыление с формированием потока газопорошковой смеси в камерах с повышенным давлением.
6. Газопламенное детонационное напыление покрытий.
7. Нанесение газотермических покрытий дуговой и индукционной металлizations.
8. Способы и технологические особенности «холодного» газодинамического порошкового напыления.
9. Установки для газотермического напыления.
10. Комплекующие блоки и модули в установках для газотермического напыления.
11. Установки для плазменного напыления.
12. Установки и аппаратура для газопламенного напыления.
13. Установки для детонационно-газового напыления.
14. Установки для напыления покрытий дуговой и высокочастотной индукционной металлizations.
15. Напыление покрытий из металлических и неметаллических элементов.

16. Металлургические процессы при газотермическом нанесении покрытий.
17. Технология газотермического напыления покрытий из материалов различных групп.
18. Напыление покрытий из металлидных соединений и сплавов на их основе.
19. Напыление покрытий из металлических сплавов.
20. Напыление покрытий из бескислородных неметаллических соединений.
21. Напыление покрытий из оксидных соединений.
22. Формирование вакуумных конденсационных покрытий из паровых потоков наносимого материала.
23. Технологические особенности конденсационного нанесения покрытий термическим испарением.
24. Оборудование для вакуумного конденсационного нанесения покрытий.
25. Установки для вакуумного конденсационного нанесения покрытий.
26. Нанесение вакуумных конденсационных покрытий из различных групп материалов.
27. Нанесение конденсационных покрытий из металлических и неметаллических элементов.
28. Нанесение конденсационных покрытий из сплавов на металлической и неметаллической основе.
29. Нанесение конденсационных покрытий из металлидных (интерметаллидных) соединений.
30. Технологические особенности газофазного осаждения материала в покрытие.
31. Физико-химические процессы осаждения продуктов газофазных реакций.
32. Технологические особенности газофазного нанесения покрытий.
33. Внекамерные способы газофазного осаждения покрытий.
34. Нанесение покрытий погружением в расплавленные среды.
35. Нанесение покрытий оплавлением слоев из порошковых композиций.
36. Нанесение покрытий наплавкой концентрированными источниками теплоты и из твердофазного компактированного материала.
37. Технологические особенности нанесения покрытий наплавкой.
38. Механизм и кинетика формирования твердофазных покрытий и их свойства.
39. Технологические особенности нанесения твердофазных покрытий.
40. Покрытия, нанесенные с помощью золь-гель технологии.

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрена 1 контрольная работа. Контрольная работа относится к разным разделам дисциплины. Она включает в себя два вопроса и суммарно оценивается из 10 баллов. Каждый вопрос оценивается из расчета 5 баллов.

1. Методы нанесения порошковых покрытий с закреплением и упрочнением слоя.
2. Нанесение порошковых покрытий газотермическим напылением.
3. Методы газотермического напыления и их классификация.
4. Технологические особенности методов газотермического напыления покрытий.
5. Газопламенное напыление с формированием струи за срезом сопла распылителя.
6. Газопламенное напыление с формированием потока газопорошковой смеси в камерах с повышенным давлением.
7. Газопламенное детонационное напыление покрытий.
8. Нанесение газотермических покрытий дуговой и индукционной металлизацией.
9. Оборудование для газотермического напыления покрытий.
10. Технология газотермического напыления покрытий из материалов различных групп.
11. Формирование покрытий при электрохимическом и химическом осаждении.
12. Электрохимические процессы в электролите и на электродах.
13. Формирование электрохимических покрытий.
14. Электролитические процессы при нанесении композиционных, электрофорезных и

анодных покрытий.

15. Оснастка цехов и участков для химического и электрохимического нанесения покрытий. Оборудование для механизированной обработки поверхностей изделий.
16. Технологические особенности нанесения химических и электрохимических покрытий.
17. Химическое и электрохимическое модифицирование поверхностей в водных растворах. Оксидирование поверхностей изделий. Оксидирование металлов и сплавов. Фосфатирование металлов и сплавов. Особенности технологического процесса.
18. Нанесение покрытий из расплава.
19. Технологические особенности нанесения твердофазных покрытий.
20. Общие закономерности в технологии нанесения неорганических покрытий.
21. Нанесение защитных покрытий.
22. Нанесение износостойких покрытий.
23. Нанесение коррозионно-стойких покрытий.
24. Нанесение жаростойких покрытий.
25. Нанесение теплозащитных покрытий. Нанесение радиационно-защитных покрытий.
26. Нанесение декоративных покрытий.
27. Нанесение конструкционных и технологических покрытий. Нанесение технологических покрытий.
28. Нанесение оптических покрытий.
29. Нанесение уплотняющих покрытий.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – экзамен)

Билет включает контрольные вопросы по разделам 1, 2 и 3 рабочей программы дисциплины и содержит 3 вопроса. 1 вопрос – 14 баллов, вопрос 2 – 13 баллов, вопрос 3 – 13 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – экзамен)

1. Методы нанесения порошковых покрытий с закреплением и упрочнением слоя.
2. Формирование порошковых покрытий с предварительным нанесением слоя и последующим его упрочнением. Термическое упрочнение. Упрочнение механическим воздействием. Упрочнение и уплотнение пропиткой. Упрочнение электроконтактным воздействием.
3. Области применения предварительно закрепленных и упрочненных порошковых покрытий.
4. Нанесение порошковых покрытий газотермическим напылением. Общие закономерности процесса газотермического напыления покрытий.
5. Методы газотермического напыления и их классификация. Основные параметры газотермического напыления и их влияние на эффективность процесса.
6. Формирование потока напыления частиц. Формирование покрытий при газотермическом напылении. Температура и давление в контакте напыляемых частиц.
7. Формирование напыленных покрытий расплавленными частицами.
8. Формирование напыленных покрытий твердофазными частицами.
9. Формирование напыленных покрытий смешанными частицами.
10. Формирование однослойных и многослойных газотермических покрытий.
11. Технологические особенности методов газотермического напыления покрытий. Общие закономерности и классификация методов.
12. Способы и технологические особенности плазменного напыления. Способы и технологические особенности газопламенного напыления.
13. Газопламенное напыление с формированием струи за срезом сопла распылителя.

14. Газопламенное напыление с формированием потока газопорошковой смеси в камерах с повышенным давлением. Газопламенное детонационное напыление покрытий.
15. Нанесение газотермических покрытий дуговой и индукционной металлizationей.
16. Способы и технологические особенности «холодного» газодинамического порошкового напыления.
17. Оборудование для газотермического напыления покрытий. Установки для газотермического напыления. Комплектующие блоки и модули в установках для газотермического напыления.
18. Установки для плазменного напыления. Установки и аппаратура для газопламенного напыления.
19. Установки для детонационно-газового напыления.
20. Установки для напыления покрытий дуговой и высокочастотной индукционной металлizationей.
21. Установки для газодинамического напыления покрытий. Технологическая оснастка для газотермического напыления покрытий.
22. Технология газотермического напыления покрытий из материалов различных групп. Общие закономерности.
23. Металлургические процессы при газотермическом нанесении покрытий.
24. Напыление покрытий из металлических и неметаллических элементов.
25. Напыление-покрытий-из металлических сплавов.
26. Напыление покрытий из металлidных соединений и сплавов на их основе.
27. Напыление покрытий из бескислородных неметаллических соединений.
28. Напыление покрытий из оксидных соединений.
29. Формирование покрытий при электрохимическом и химическом осаждении.
30. Схема и технологические особенности процесса электрохимического нанесения покрытий.
31. Электрохимические, процессы в электролите и на электродах.
32. Физико-химические процессы при осаждении металлов.
33. Формирование электрохимических покрытий. Параметры электрохимического нанесения-покрытий и их влияние на эффективность процесса.
34. Электролитические процессы при нанесении композиционных, электрофорезных и анодных покрытий.
35. Свойства электрохимических покрытий и области их применения.
36. Технологические особенности процесса химического нанесения покрытий
37. Оснастка цехов и участков для химического и электрохимического нанесения покрытий.
38. Оборудование для механизированной обработки поверхностей изделий.
39. Электролитические и вспомогательные ванны. Источники питания электрохимических процессов.
40. Технологическая оснастка. Механизированные и автоматизированные гальванические линии.
41. Охрана труда при химическом и электрохимическом нанесении покрытий.
42. Технологические особенности нанесения химических и электрохимических покрытий. Исходные материалы для нанесения покрытий. Подготовка поверхности.
43. Классификация электролитов. Нанесение химических и электрохимических покрытий из металлов и их сплавов.
44. Нанесение электрохимических покрытий из неводных растворов.
45. Химическое и электрохимическое модифицирование поверхностей в водных растворах.
46. Оксидирование поверхностей изделий. Оксидирование металлов и сплавов.
47. Фосфатирование металлов и сплавов. Особенности технологического процесса.

48. Нанесение покрытий из расплава. Обобщенная схема процесса формирования покрытий.
49. Смачивание и растекание расплава. Взаимодействие расплавленного материала покрытия с поверхностью изделия.
50. Нанесение покрытий погружением в расплавленные среды.
51. Нанесение покрытий оплавлением слоев из порошковых композиций.
52. Нанесение покрытий наплавкой концентрированными источниками теплоты и из твердофазного компактированного материала. Схемы нанесения покрытий.
53. Технологические особенности нанесения покрытий наплавкой.
54. Механизм и кинетика формирования твердофазных покрытий и их свойства. Технологические особенности нанесения твердофазных покрытий.
55. Общие закономерности в технологии нанесения неорганических покрытий.
56. Конструктивные особенности изделия и требования к материалу покрытия. Выбор метода нанесения покрытия.
57. Разработка оптимальных параметров технологического процесса. Последующая обработка покрытий.
58. Контрольные операции в технологическом процессе нанесения покрытий.
59. Автоматизированное проектирование технологического процесса нанесения покрытий.
60. Нанесение защитных покрытий. Нанесение износостойких покрытий. Нанесение коррозионно-стойких покрытий. Нанесение жаростойких покрытий. Нанесение теплозащитных покрытий. Нанесение радиационно-защитных покрытий.
61. Нанесение декоративных покрытий. Требования к декоративным покрытиям.
62. Декоративные покрытия из металлических материалов. Декоративные покрытия из неметаллических материалов. Декоративные неорганические пленки.
63. Нанесение конструкционных и технологических покрытий.
64. Нанесение технологических покрытий. Нанесение конструкционных покрытий.
65. Нанесение уплотняющих покрытий. Нанесение диэлектрических, токопроводящих и полупроводниковых покрытий.
66. Нанесение оптических покрытий.
67. Послеэксплуатационное восстановление поверхностей изделий нанесением покрытий. Значимость восстановительных покрытий и технологические особенности их нанесения.
68. Твердофазные восстановительные покрытия. Жидкофазные восстановительные покрытия.
69. Нанесение восстановительных покрытий по порошковой схеме формирования. Атомарные восстановительные покрытия.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (3 семестр)

Экзамен по дисциплине «*Теория и технология формирования неорганических покрытий*» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1, 2 и 3 рабочей программы дисциплины. Билет для экзамена состоит из 3 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для экзамена:

«Утверждаю» Зав. кафедрой инновационных материалов и защиты от коррозии Т. А. Ваграмян (Подпись) «__» _____ 2024 г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра инновационных материалов и защиты от коррозии
	22.04.01 Материаловедение и технологии материалов Магистерская программа – «Инновационные материалы и защита от коррозии»
	Теория и технология формирования неорганических покрытий
Билет № 1 1. Методы нанесения порошковых покрытий с закреплением и упрочнением слоя. Формирование порошковых покрытий с предварительным нанесением слоя и последующим ею упрочнением. 2. Технологические особенности нанесения химических и электрохимических покрытий. 3. Нанесение декоративных покрытий. Требования к декоративным покрытиям. Декоративные покрытия из металлических материалов. Декоративные покрытия из неметаллических материалов. Декоративные неорганические пленки.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Лукомский, Ю. Я. Физико-химические основы электрохимии [Текст]: учебник / Ю. Я. Лукомский, Ю. Д. Гамбург., 2008. - 423 с.
2. Григорян Н.С., Абрашов А.А., Мазурова Д.В., Ваграмян Т.А. Защитные металлические и конверсионные покрытия. Лабораторный практикум. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. 176 с.
3. Мирзоев Р.А. Анодные процессы электрохимической и химической обработки металлов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р.А. Мирзоев, А.Д. Давыдов. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2016. 384 с.

Дополнительная литература

1. Солнцев, Ю. П. Специальные материалы в машиностроении: учебник / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, В. Ю. Пириайнен. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 664 с. – ISBN 978-5-8114-3921-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/206546>
2. «Прикладная электрохимия» (учебник). Под ред. д.т.н. проф. Томилова А.П. – 3-е. изд., перераб. – М.: Химия, 1984. 520 с.
3. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник / В.Б. Арзамасов [и др.]; ред. В.Б. Арзамасов, А.А. Черепяхин. М.: Академия, 2007. 447 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Гальванотехника и обработка поверхности» ISSN 0869-5326.
- Журнал «Коррозия: материалы, защита» ISSN 1813-7016.
- Журнал «Corrosion Science» ISSN 0010-938X.
- Журнал «Практика противокоррозионной защиты» ISSN 1998-5738.
- Журнал «Физикохимия поверхности и защита материалов (с 2008 г.)» ISSN 0044-1856.
- Журнал «Corrosion Engineering Science and Technology» ISSN 1478-422X.
- Журнал «Corrosion Reviews» ISSN 0334-6005.
- Журнал «Materials and Corrosion - Werkstoffe und Korrosion». ISSN 0043-2822.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://bookfi.org> – 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.ru> – Научная библиотека Московского государственного университета.
- <http://window.edu.ru> – Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов.
- <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 рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8 (общее число слайдов – 300).

10. 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 01.01.2023 составляет 1 727 628 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.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Теория и технология формирования неорганических покрытий*» проводятся в форме лекций, практических, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; учебная лаборатория для проведения лабораторных занятий.

Специализированное лабораторное исследовательское, испытательное и технологическое оборудование.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплект презентаций к лекциям; наборы образцов различных материалов и покрытий.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; WEB-камеры; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекциям; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; буклеты и каталоги оборудования, справочники по сырьевым материалам, справочники по наилучшим доступным технологиям электрохимических производств; справочные материалы в печатном и электронном виде; электронная картотека по рентгенофазовому анализу.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
------------------------------	-----------------------------------	---

Раздел 1. Нанесение покрытий газотермическим напылением и закреплением порошкового слоя	<i>Знает:</i> – классификацию всех методов нанесения неорганических покрытий, как внутренних (модифицирование), так и внешних; – физико-химические свойства неорганических материалов для нанесения покрытий; – технологические особенности процессов получения различных неорганических покрытий; <i>Умеет:</i> – определять на основе экспериментальных исследований характеристики покрытий различного эксплуатационного назначения; – применять полученную информацию для решения конкретных технологических задач; <i>Владеет:</i> – современными тенденциями развития материаловедения и создания новых поколений перспективных материалов.	Оценка за контрольную работу Оценка за реферат Оценка за экзамен (3 семестр)
Раздел 2. Нанесение покрытий химическим и электрохимическим осаждением	<i>Знает:</i> – классификацию всех методов нанесения неорганических покрытий, как внутренних (модифицирование), так и внешних; – физико-химические свойства неорганических материалов для нанесения покрытий; – технологические особенности процессов получения различных неорганических покрытий; – способы осаждения металлических, керамических, композиционных и аморфных покрытий и методы их получения; <i>Умеет:</i> – определять на основе экспериментальных исследований характеристики покрытий различного эксплуатационного назначения; – применять полученную информацию для решения конкретных технологических задач; <i>Владеет:</i> – современными тенденциями развития материаловедения и создания новых поколений перспективных материалов.	Оценка за контрольную работу Оценка за лабораторные работы № 1-3 Оценка за реферат Оценка за экзамен (3 семестр)
Раздел 3. Нанесение покрытий различного	<i>Знает:</i> – классификацию всех методов	

эксплуатационного назначения	нанесения неорганических покрытий, как внутренних (модифицирование), так и внешних; – физико-химические свойства неорганических материалов для нанесения покрытий; – технологические особенности процессов получения различных неорганических покрытий; – способы осаждения металлических, керамических, композиционных и аморфных покрытий и методы их получения; <i>Умеет:</i> – определять на основе экспериментальных исследований характеристики покрытий различного эксплуатационного назначения; – применять полученную информацию для решения конкретных технологических задач; <i>Владеет:</i> – современными тенденциями развития материаловедения и создания новых поколений перспективных материалов; – навыком непрерывного идентифицирования, как инструментом определения физико-механических свойств пленок и покрытий (модуль Юнга, контактная твердость, адгезия, внутренние напряжения).	Оценка за контрольную работу Оценка за лабораторные работы № 4-6 Оценка за реферат Оценка за экзамен (3 семестр)
------------------------------	--	--

13. 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 высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- 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 дисциплины
«Теория и технология формирования неорганических покрытий»

основной образовательной программы
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов
код и наименование направления подготовки (специальности)

«Инновационные материалы и защита от коррозии»
наименование ООП

Форма обучения: **очная**

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		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»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория коррозии и методы исследования»

**Направление подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии
материалов**

**Магистерская программа – «Инновационные материалы и
защита от коррозии»**

Квалификация «магистр»

Москва 2024

Программа составлена доцентом кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии А.А. Абрашовым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии

«12» апреля 2024 г., протокол № 8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **22.04.01 Материаловедение и технологии материалов** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины **кафедрой инновационных материалов и защиты от коррозии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Теория коррозии и методы исследования»** относится к вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области материаловедения и защиты от коррозии.

Цель дисциплины – приобретение студентами знаний о коррозионных процессах, протекающих в газовых и жидких средах, о видах коррозии, имеющих место в природных и технологических средах; рассмотрение электрохимических методов оценки стойкости к различным видам коррозии, стандартных методов коррозионных испытаний.

Задачи дисциплины – изучение характеристик коррозионных процессов, анализ обратимых и необратимых деградационных процессов, протекающих в материалах при различных условиях их эксплуатации, количественная оценка общих и локальных потерь.

– приобретение основных знаний по практически всем известным методам оценки стойкости материалов к различным видам коррозии, стандартным методам коррозионных испытаний, как традиционным, хорошо известным, так и современным методикам исследования с применением оборудования нового поколения.

Дисциплина **«Теория коррозии и методы исследования»** преподается в 1 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
1. Сбор и сравнительный анализ данных о существующих типах и марках материалов, их структуре и свойствах, способах разработки новых материалов с заданными технологическими и функциональными свойствами применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; 2. Анализ, обоснование и выполнение	1. Основные типы современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов; композитов и гибридных материалов; сверхтвердых материалов; интеллектуальных и наноматериалов, пленок и покрытий; 2. Технологические процессы производства,	ПК-1 Способен обоснованно (осмысленно) использовать знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач	ПК-1.2. Умеет устанавливать закономерности взаимосвязи состава материалов, их структуры и физико-механических свойств, а также прогнозировать изменение их характеристик ПК-1.3. Владеет навыками определения технических и физико-химических характеристик металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, а также способами их модифицирования	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии

технических проектов в части рационального выбора материалов в соответствии с заданными условиями при конструировании изделий, проектировании технологических процессов производства, обработки и переработки материалов, нетиповых средств для испытаний материалов, полуфабрикатов и изделий	обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами			материалов (уровень квалификации – 7)
---	--	--	--	--

1. Сбор и сравнительный анализ данных о существующих типах и марках материалов, их структуре и свойствах, способах разработки новых материалов с заданными технологическими и функциональными свойствами применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; 2. Анализ, обоснование и выполнение технических проектов в части рационального выбора материалов в соответствии с заданными условиями при	1. Основные типы современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов; композитов и гибридных материалов; сверхтвердых материалов; интеллектуальных и наноматериалов, пленок и покрытий; 2. Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая	ПК-2 Способен осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения	ПК-2.1. Знает способы оценки надежности и долговечности материалов и конечных изделий, используя сведения о взаимосвязи состава, структуры и эксплуатационных свойств.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
--	---	---	---	---

конструировании изделий, проектировании технологических процессов производства, обработки и переработки материалов, нетиповых средств для испытаний материалов, полуфабрикатов и изделий	оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами			
1. Сбор и сравнительный анализ данных о существующих типах и марках материалов, их структуре и свойствах, способах разработки новых материалов с заданными технологическими и функциональными свойствами применительно к решению поставленных задач	1. Основные типы современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов; композитов и гибридных материалов; сверхтвердых материалов; интеллектуальных	ПК-3 Способен осуществлять анализ новых технологий производства материалов и разрабатывать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности	ПК-3.3. Владеет современными методами исследования материалов, навыками статистической обработки и анализа результатов исследований, формулирования выводов и заключений, оформления отчетной документации.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом

с использованием баз данных и литературных источников; 2. Анализ, обоснование и выполнение технических проектов в части рационального выбора материалов в соответствии с заданными условиями при конструировании изделий, проектировании технологических процессов производства, обработки и переработки материалов, нетиповых средств для испытаний материалов, полуфабрикатов и изделий.	и наноматериалов, пленок и покрытий; 2. Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами			Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
---	---	--	--	--

Участие в организации и проведении проектов, исследований и разработок новых материалов композиций, научных и прикладных экспериментов по созданию новых процессов получения и обработки материалов, а также изделий	Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами	ПК-4. Способен оценить факторы, причины и следствия коррозии различных материалов и покрытий, осуществлять комплексный анализ коррозионного состояния оборудования и эффективности способов защиты от коррозии, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов	ПК-4.1. Знает теоретические основы электрохимии и коррозии, электроосаждения металлов и сплавов, формирования химических и конверсионных покрытий ПК-4.3. Владеет навыками определения коррозионной стойкости, защитной способности металлических и неметаллических материалов и покрытий	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по электрохимической защите от коррозии линейных сооружений и объектов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.10.2021 №714н. Д Управление системой электрохимической защиты линейных сооружений и объектов (уровень квалификации – 7) Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от
---	---	--	--	---

				3.07.2019 № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
Участие в организации и проведении проектов, исследований и разработок новых материалов композиций, научных и прикладных экспериментов по созданию новых процессов получения и обработки материалов, а также изделий	Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами	ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять технологические процессы в области защиты от коррозии; осуществлять выбор материалов для изготовления основного и вспомогательного оборудования и коммуникационных сетей	ПК-5.3. Владеет навыками подготовки поверхности к нанесению покрытий, контроля их качества, принятия решений по компоновке линий нанесения защитных металлических и неметаллических покрытий	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по электрохимической защите от коррозии линейных сооружений и объектов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.10.2021 №714н. D Управление системой электрохимической защиты линейных сооружений и объектов (уровень квалификации – 7) Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции

				технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
Участие в организации и проведении проектов, исследований и разработок новых материалов композиций, научных и прикладных экспериментов по созданию новых процессов получения и обработки материалов, а также изделий	Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами	ПК-6 Способен определять функциональные и коррозионные характеристики оборудования, материалов и покрытий, определять их соответствие заявленным потребительским характеристикам; осуществлять контроль качества материалов и покрытий с применением известных и	ПК-6.1. Знает требования к функциональным и коррозионным характеристикам оборудования, материалов и покрытий, способы контроля, а также регламентирующие их нормативные документы.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по электрохимической защите от коррозии линейных сооружений и объектов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской

		модифицированных методов испытаний		Федерации от 12.10.2021 №714н. D Управление системой электрохимической защиты линейных сооружений и объектов (уровень квалификации – 7) Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
--	--	---------------------------------------	--	---

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- общие сведения о видах и свойствах конструкционных материалов;
- основные источники коррозионного воздействия на конструкционные материалы, их качественные и количественные характеристики, методы и способы прогнозирования надежности оборудования и последствий коррозионного воздействия;
- методы исследования и критерии оценки стойкости металлов и сплавов к коррозионному поражению;

Уметь:

- производить оценку коррозионной стойкости материалов в агрессивных средах;
- проводить ускоренные коррозионные испытания;
- обрабатывать результаты поляризационных исследований электродных процессов;

Владеть:

- методами оценки коррозионного поведения материалов и покрытий в конкретных условиях эксплуатации.
- навыками работы на современном исследовательском оборудовании;
- навыками анализа и систематизации отечественных и международных стандартов на исследование материалов и покрытий.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	81
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,94	34	25,5
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,75
Самостоятельная работа	2,06	74	55,5
Контактная самостоятельная работа	2,06	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		73,6	55,2
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Теория коррозионных процессов	44	-	7	-	7	-	-	-	30
1.1	Коррозия. Виды коррозионных повреждений. Типы коррозионных разрушений.	15	-	3	-	4	-	-	-	8
1.2	Определение, причины, механизм и морфология коррозии. Прямые показатели коррозии и коррозионной стойкости.	12	-	1	-	3	-	-	-	8
1.3	Основные кинетические закономерности электрохимической коррозии.	8	-	1	-	-	-	-	-	7
1.4	Коррозионная стойкость металлов и сплавов. Способы повышения коррозионной стойкости металлов и сплавов.	9	-	2	-	-	-	-	-	7
2.	Раздел 2. Методы исследования коррозионных процессов	64	-	10	-	10	-	-	-	44
2.1	Коррозионные исследования и испытания металлов и сплавов.	19	-	2	-	2	-	-	-	15
2.2	Методы электрохимических исследований и критерии оценки стойкости металлов и сплавов. Исследование электрохимических характеристик.	21	-	4	-	2	-	-	-	15

2.3	Оценка стойкости материалов к различным видам коррозии	24	-	4	-	6	-	-	-	14
	ИТОГО	108	-	17	-	17	-	-	-	74

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Теория коррозионных процессов

Коррозия. Виды коррозионных повреждений. Типы коррозионных разрушений.

Определение, причины, механизм и морфология коррозии. Прямые показатели коррозии и коррозионной стойкости. Основные кинетические закономерности электрохимической коррозии. Коррозионная стойкость металлов и сплавов. Способы повышения коррозионной стойкости металлов и сплавов. Атмосферная коррозия. Почвенная коррозия. Развитие процессов почвенной коррозии стали во времени. Критерии опасности и требования к выбору средств защиты стальных трубопроводов от почвенной коррозии. Коррозия, вызываемая блуждающими токами. Биокоррозия. Контактная коррозия. Общая и местная коррозия.

Раздел 2. Методы исследования коррозионных процессов

Коррозионные исследования и испытания металлов и сплавов. Методы электрохимических исследований и критерии оценки стойкости металлов и сплавов. Исследование электрохимических характеристик. Поляризационные исследования. Кулонометрический метод испытаний. Статистические оценки коррозионной стойкости. Испытания в коррозионных средах. Испытания на атмосферную коррозию. Испытания на жидкостную коррозию. Испытания на контактную коррозию. Испытания на щелевую коррозию. Испытания на коррозионное растрескивание. Испытания на коррозионную усталость. Испытания на коррозию под напряжением. Испытания на специфические виды коррозии. Испытания на питтинговую коррозию. Испытания на расслаивающую коррозию. Испытания на межкристаллитную коррозию. Коррозионные испытания ингибиторов коррозии. Коррозионные испытания лакокрасочных покрытий. Коррозионные испытания средств временной противокоррозионной защиты.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	
	Знать:			
1	– общие сведения о видах и свойствах конструкционных материалов;	+		
2	– основные источники коррозионного воздействия на конструкционные материалы, их качественные и количественные характеристики, методы и способы прогнозирования надежности оборудования и последствий коррозионного воздействия;	+	+	
3	– методы исследования и критерии оценки стойкости металлов и сплавов к коррозионному поражению;		+	
	Уметь:			
4	– производить оценку коррозионной стойкости материалов в агрессивных средах;	+	+	
5	– проводить ускоренные коррозионные испытания;	+	+	
6	– обрабатывать результаты поляризационных исследований электродных процессов;	+	+	
	Владеть:			
7	– методами оценки коррозионного поведения материалов и покрытий в конкретных условиях эксплуатации;	+	+	
8	– навыками работы на современном исследовательском оборудовании;		+	
9	– навыками анализа и систематизации отечественных и международных стандартов на исследование материалов и покрытий.		+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>(профессиональные)</u> компетенции и индикаторы их достижения:				
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК		
10	ПК-1 Способен обоснованно (осмысленно) использовать знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач	– ПК-1.2. Умеет устанавливать закономерности взаимосвязи состава материалов, их структуры и физико-механических свойств, а также прогнозировать изменение их характеристик	+	+

		– ПК-1.3. Владеет навыками определения технических и физико-химических характеристик металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, а также способами их модифицирования	+	+
11	– ПК-2 Способен осуществлять рациональный выбор материалов и оптимизировать их расходование на основе анализа заданных условий эксплуатации материалов, оценки их надежности, экономичности и экологических последствий применения	– ПК-2.1. Знает способы оценки надежности и долговечности материалов и конечных изделий, используя сведения о взаимосвязи состава, структуры и эксплуатационных свойств.	+	+
12	– ПК-3 Способен осуществлять анализ новых технологий производства материалов и разрабатывать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности	– ПК-3.3. Владеет современными методами исследования материалов, навыками статистической обработки и анализа результатов исследований, формулирования выводов и заключений, оформления отчетной документации.		+
13	– ПК-4. Способен оценить факторы, причины и следствия коррозии различных материалов и покрытий, осуществлять комплексный анализ коррозионного состояния оборудования и эффективности способов защиты от коррозии, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов	– ПК-4.1. Знает теоретические основы электрохимии и коррозии, электроосаждения металлов и сплавов, формирования химических и конверсионных покрытий – ПК-4.3. Владеет навыками определения коррозионной стойкости, защитной способности металлических и неметаллических материалов и покрытий	+	+

14	– ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять технологические процессы в области защиты от коррозии; осуществлять выбор материалов для изготовления основного и вспомогательного оборудования и коммуникационных сетей	– ПК-5.3. Владеет навыками подготовки поверхности к нанесению покрытий, контроля их качества, принятия решений по компоновке линий нанесения защитных металлических и неметаллических покрытий	+	+
15	– ПК-6 Способен определять функциональные и коррозионные характеристики оборудования, материалов и покрытий, определять их соответствие заявленным потребительским характеристикам; осуществлять контроль качества материалов и покрытий с применением известных и модифицированных методов испытаний	– ПК-6.1. Знает требования к функциональным и коррозионным характеристикам оборудования, материалов и покрытий, способы контроля, а также регламентирующие их нормативные документы.	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Часы
1	1	Коррозия. Виды коррозионных повреждений. Типы коррозионных разрушений.	4
2	1	Определение, причины, механизм и морфология коррозии. Прямые показатели коррозии и коррозионной стойкости.	3
3	2	Коррозионные исследования и испытания металлов и сплавов.	2
4	2	Методы электрохимических исследований и критерии оценки стойкости металлов и сплавов. Исследование электрохимических характеристик.	2
5	2	Оценка стойкости материалов к различным видам коррозии	6

6.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия не предусмотрены

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *зачета с оценкой* (1 семестр) 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 рабочей 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

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 40 баллов), реферата (максимальная оценка 20 баллов) и итогового контроля в форме *зачета с оценкой* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

- 1 Защита от коррозии в медицине. Испытания зубопротезных и имплантационных материалов.
- 2 Защита от коррозии в нефтяной промышленности. Требования к выбору металлов и сплавов, требования к защитным лакокрасочным покрытиям.
- 3 Защита от коррозии трубопроводов. Требования к катодной защите. Требования к наружным защитным покрытиям.
- 4 Защита от коррозии в строительстве.
- 5 Защита от коррозии в ядерной энергетике. Испытания циркониевых сплавов в воде. Испытания сталей и сплавов для ядерной энергетики.
- 6 Испытания ингибиторов коррозии для защиты в атмосферных условиях.
- 7 Испытания ингибиторов кислотной коррозии.
- 8 Испытания ингибиторов водно-нефтяных сред.
- 9 Коррозионные испытания на коррозионное растрескивание
- 10 Коррозионные испытания средств временной противокоррозионной защиты
- 11 Защита от микробной коррозии и биоповреждений
- 12 Международные программы мониторинга загрязнений атмосферы.
- 13 Коррозионные станции и испытательные камеры.
- 14 Исследования жаростойкости металлов.
- 15 Диагностика коррозионных разрушений металлических материалов.
- 16 Способы защиты металлов от газовой коррозии.
17. Определение коррозии по изменению электрического сопротивления.
18. Определение коррозии по изменению отражательной способности поверхности металла.
19. Общие требования к методам коррозионных испытаний.
20. Коррозия и ее роль в народном хозяйстве.

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 40 баллов, по 20 баллов за каждую работу-

Контрольная работа №1 состоит из двух вопросов, предусматривающих развернутый ответ, относящихся к изучаемому разделу дисциплины.

Вариант № 1

1. Коррозия, вызываемая блуждающими токами.
2. Прямые показатели коррозии и коррозионной стойкости.

Вариант № 2

1. Атмосферная коррозия.
2. Механизм и морфология коррозии.

Вариант № 3

1. Способы повышения коррозионной стойкости металлов и сплавов.
2. Биокоррозия.

Вариант № 4

1. Почвенная коррозия. Развитие процессов почвенной коррозии стали во времени.
2. Основные кинетические закономерности электрохимической коррозии.

Вариант № 5

1. Критерии опасности и требования к выбору средств защиты стальных трубопроводов от почвенной коррозии.
2. Причины возникновения коррозии.

Контрольная работа №2 состоит из двух вопросов предусматривающих развернутый ответ, относящихся к изучаемому разделу дисциплины.

Вариант № 1

1. Испытания на атмосферную коррозию.
2. Статистические оценки коррозионной стойкости.

Вариант № 2

1. Испытания на питтинговую коррозию.
2. Испытания на межкристаллитную коррозию.

Вариант № 3

1. Испытания на контактную коррозию.
2. Исследование электрохимических характеристик.

Вариант № 4

1. Поляризационные исследования.
2. Испытания на щелевую коррозию.

Вариант № 5

1. Испытания на коррозионную усталость.
2. Методы электрохимических исследований и критерии оценки стойкости металлов и сплавов.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – зачет с оценкой).

Билет включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Виды коррозионных повреждений. Типы коррозионных разрушений.
2. Определение, причины, механизм и морфология коррозии.
3. Прямые показатели коррозии и коррозионной стойкости.
4. Основные кинетические закономерности электрохимической коррозии.
5. Коррозионная стойкость металлов и сплавов.
6. Способы повышения коррозионной стойкости металлов и сплавов.
7. Атмосферная коррозия.
8. Почвенная коррозия. Развитие процессов почвенной коррозии стали во времени. Критерии опасности и требования к выбору средств защиты стальных трубопроводов от почвенной коррозии.
9. Коррозия, вызываемая блуждающими токами.
10. Биокоррозия.
11. Контактная коррозия.
12. Общая и местная коррозия.
13. Коррозионные исследования и испытания металлов и сплавов.
14. Методы электрохимических исследований и критерии оценки стойкости металлов и сплавов. Исследование электрохимических характеристик.
15. Поляризационные исследования.
16. Кулонометрический метод испытаний.

17. Статистические оценки коррозионной стойкости.
18. Испытания в коррозионных средах.
19. Испытания на атмосферную коррозию.
20. Испытания на жидкостную коррозию.
21. Испытания на контактную коррозию.
22. Испытания на щелевую коррозию.
23. Испытания на коррозионное растрескивание.
24. Испытания на коррозионную усталость.
25. Испытания на коррозию под напряжением.
26. Испытания на специфические виды коррозии. Испытания на питтинговую коррозию. Испытания на расслаивающую коррозию. Испытания на межкристаллитную коррозию.
27. Коррозионные испытания ингибиторов коррозии.
28. Коррозионные испытания лакокрасочных покрытий.
29. Коррозионные испытания средств временной противокоррозионной защиты.

Максимальное количество баллов за **зачет с оценкой** – 40 баллов.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для зачета с оценкой (1 семестр).

Зачет с оценкой по дисциплине «Теория коррозии и методы исследования» проводится в 1 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины. Билет для **зачета с оценкой** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **зачета с оценкой**:

«Утверждаю» Зав. кафедрой Т.А. Ваграмян (Подпись) «__» _____ 2024 г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра инновационных материалов и защиты от коррозии
	22.04.01 Материаловедение и технологии материалов Программа – «Инновационные материалы и защита от коррозии»
	Теория коррозии и методы исследования
Билет № 1 1. Прямые показатели коррозии и коррозионной стойкости. 2. Испытания на специфические виды коррозии. Испытания на питтинговую коррозию. Испытания на расслаивающую коррозию. Испытания на межкристаллитную коррозию.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Абрашов А.А., Григорян Н.С., Ваграмян Т.А., Смирнов К.Н. Методы контроля и испытания электрохимических и конверсионных покрытий: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2016. 212 с.
2. Физические методы в исследованиях осаждения и коррозии металлов [Электронный

- ресурс]: учебное пособие / С.С. Виноградова, Р.А. Кайдриков, А.Н. Макарова, Б.Л. Журавлев. – Казань: КНИТУ, 2014. – 144 с.
3. Электрохимические методы исследования локальной коррозии пассивирующихся сплавов и многослойных систем [Электронный ресурс]: монография / Р.А. Кайдриков, Б.Л. Журавлев, С.С. Виноградова, Л.Р. Назмиева. – Казань: КНИТУ, 2013. – 144 с.

Дополнительная литература

1. ГОСТ 9.302-88. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы контроля [Электронный ресурс]. 6.
2. Стандартизация в технологии электрохимических производств и защите от коррозии: учебное пособие / Н. Б. Березин, Ж. В. Межевич, А. Ф. Дресвянников, Е. В. Петрова. – Казань: КНИТУ, 2018. – 100 с. – ISBN 978-5-7882-2596-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.
3. Коррозия и защита от коррозии: учеб. пособие для вузов / И.В. Семенова, Г.М. Флорианович, А.В. Хорошилов; под ред. И.В. Семеновой. – М.: Физматлит, 2002. – 336 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Раздаточный иллюстративный материал к лекциям
2. Презентации к лекциям

Журналы

1. Гальванотехника и обработка поверхности. ISSN 0869-5326
2. Коррозия: материалы, защита. ISSN 1813-7016
3. Corrosion Science. ISSN 0010-938X
4. Практика противокоррозионной защиты. ISSN 1998-5738
5. Физикохимия поверхности и защита материалов (с 2008 г.). ISSN 0044-1856
6. Corrosion Engineering Science and Technology. ISSN 1478-422X
7. Corrosion Reviews. ISSN 03346005
8. Materials and Corrosion - Werkstoffe und Korrosion. ISSN 00432822

Интернет-ресурсы

<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://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 (8 шт).

10. 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 01.01.2023 составляет 1 727 628 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.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Теория коррозии и методы исследования»* проводятся в форме лекций, практических, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Электронные средства демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебная мебель.

Специализированное лабораторное исследовательское и испытательное оборудование.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплект презентаций к лекциям; наборы образцов различных материалов и покрытий.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; WEB-камеры; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам

лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; буклеты и каталоги оборудования, справочники по сырьевым материалам, справочники по наилучшим доступным технологиям электрохимических производств; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Теория коррозионных процессов	<i>Знает:</i> – общие сведения о видах и свойствах конструкционных материалов; – основные источники коррозионного воздействия на конструкционные материалы, их качественные и количественные характеристики, методы и способы прогнозирования надежности оборудования и последствий коррозионного воздействия; <i>Умеет:</i> – производить оценку коррозионной стойкости материалов в агрессивных средах; – проводить ускоренные коррозионные испытания; – обрабатывать результаты поляризационных исследований электродных процессов; <i>Владеет:</i> – методами оценки коррозионного поведения материалов и покрытий в конкретных условиях эксплуатации;	Оценка за контрольные работы Оценка за реферат Оценка за зачет с оценкой
Раздел 2. Методы исследования коррозионных процессов	<i>Знает:</i> – основные источники коррозионного воздействия на конструкционные материалы, их качественные и количественные характеристики, методы и способы прогнозирования надежности оборудования и последствий коррозионного воздействия; – методы исследования и критерии оценки стойкости металлов и сплавов к коррозионному поражению;	Оценка за контрольные работы Оценка за реферат Оценка за зачет с оценкой

	<i>Умеет:</i> – производить оценку коррозионной стойкости материалов в агрессивных средах; – проводить ускоренные коррозионные испытания; – обрабатывать результаты поляризационных исследований электродных процессов; <i>Владеет:</i> – методами оценки коррозионного поведения материалов и покрытий в конкретных условиях эксплуатации; – навыками работы на современном исследовательском оборудовании; – навыками анализа и систематизации отечественных и международных стандартов на исследование материалов и покрытий.	
--	--	--

13. 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 высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- 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 дисциплины
«Теория коррозии и методы исследования»**

основной образовательной программы
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

«Инновационные материалы и защита от коррозии»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		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»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория электроосаждения защитных покрытий»

**Направление подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии
материалов**

**Магистерская программа – «Инновационные материалы и
защита от коррозии»**

Квалификация «магистр»

Москва 2024

Программа составлена профессором кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии Григорян Н.С. и доцентом кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии А.А. Абрашовым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии

«12» апреля 2024 г., протокол № 8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **22.04.01 Материаловедение и технологии материалов** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины **кафедрой инновационных материалов и защиты от коррозии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Теория электроосаждения защитных покрытий»** относится к вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области физической химии, теоретических основ коррозии и материаловедения.

Цель дисциплины – приобретение студентами теоретических знаний в области электроосаждения металлов и сплавов.

Задачи дисциплины – овладение принципами использования электрохимических явлений в современных технологиях, ознакомление с особенностями типичных электрохимических производств; рассмотрение современного состояния теории электродных процессов, нуклеации и роста кристаллов, образования сплавов и включения примесей, влияния блескообразующих и выравнивающих добавок, а также вопросов распределения тока по поверхности.

Дисциплина **«Теория электроосаждения защитных покрытий»** преподается в 1 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Участие в организации и проведении проектов, исследований и разработок новых материалов и композиций, научных и прикладных экспериментов по созданию новых процессов получения и обработки материалов, а также изделий	Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами	ПК-4. Способен оценить факторы, причины и следствия коррозии различных материалов и покрытий, осуществлять комплексный анализ коррозионного состояния оборудования и эффективности способов защиты от коррозии, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов	ПК-4.1. Знает теоретические основы электрохимии и коррозии, электроосаждения металлов и сплавов, формирования химических и конверсионных покрытий ПК-4.2. Умеет анализировать коррозионное состояние оборудования и эффективности способов защиты от коррозии с учетом их экологической безопасности, прогнозировать коррозионное поведение материалов и конструкций, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов ПК-4.3. Владеет навыками определения коррозионной стойкости, защитной способности металлических	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по электрохимической защите от коррозии линейных сооружений и объектов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.10.2021 №714н. Д Управление системой электрохимической защиты линейных сооружений и объектов (уровень квалификации – 7) Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки,

			и неметаллических материалов и покрытий	сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
--	--	--	--	---

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- теоретические основы электроосаждения защитных покрытий и сплавов;
- методы исследования рассеивающей способности, микрораспределения и оценки выравнивающей способности электролита;

Уметь:

- оценивать влияние различных факторов на структуру и свойства получаемых осадков;
- определять природу лимитирующей стадии, интенсифицировать процесс осаждения покрытий

Владеть:

- навыками определения рассеивающей и выравнивающей способности электролитов
- навыками снятия поляризационных кривых электроосаждения металлов и сплавов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,41	51	38,25
в том числе в форме практической подготовки	0,47	17	12,75
Лекции	0,5	18	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	0,47	17	12,75
в том числе в форме практической подготовки	0,47	17	12,75
Самостоятельная работа	2,59	93	69,75
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,59	93	69,75
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Теория электроосаждения защитных покрытий	102	13	14	-	12	-	13	13	63
1.1	Классификация покрытий по природе, назначению, механизму защиты основы.	9	-	1	-	2	-	-	-	6
1.2	Основные требования, предъявляемые к покрытиям.	8	-	1	-		-	-	-	7
1.3	Законы электролиза.	18	4	2	-	2	-	4	4	10
1.4	Электродный потенциал. Поляризационные кривые (ПК) катодного и анодного процессов при электроосаждении металлов и сплавов. Суммарные и парциальные поляризационные кривые.	23	5	4	-	4	-	5	5	10
1.5	Влияние состава электролита и режима процесса на структуру и свойства осадков.	18	4	2	-	2	-	4	4	10
1.6	Анодные процессы при электроосаждении металлов.	14	-	2	-	2	-	-	-	10
1.7	Способы интенсификации процессов электроосаждения металлов и сплавов.	12	-	2	-		-	-	-	10
2.	Раздел 2. Распределение тока и металла на катодной поверхности	42	4	4	-	4	-	4	4	30

2.1	Макрораспределение. Распределение тока на макропрофиле катода.	<i>19</i>	<i>-</i>	<i>2</i>	<i>-</i>	<i>2</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>15</i>
2.2	Микрораспределение. Распределение тока и металла на микропрофиле катода.	<i>23</i>	<i>4</i>	<i>2</i>	<i>-</i>	<i>2</i>	<i>-</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>15</i>
	ИТОГО	144	17	18	-	16	-	17	17	93
	Экзамен	36								
	ИТОГО	180								

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Теория электроосаждения защитных покрытий

Классификация покрытий по природе, назначению, механизму защиты основы. Выбор покрытий в зависимости от условий эксплуатации. Структура и свойства электролитических осадков металлов.

Основные требования, предъявляемые к покрытиям. Функциональные характеристики металлических покрытий. Защитная способность и коррозионная стойкость Пк.

Механизм процесса электрокристаллизации. Влияние структуры покрываемой поверхности на структуру осадков.

Законы электролиза. Основные и побочные катодные и анодные реакции при электроосаждении металлов и сплавов. Выход по току – как критерий эффективности электролитического процесса осаждения металлов.

Электродный потенциал. Стандартный водородный электрод. Равновесный, стационарный (квазиравновесный, бестоковый) потенциалы (определение, схемы установления). Поляризационные кривые (ПК) катодного и анодного процессов при электроосаждении металлов и сплавов. Суммарные и парциальные поляризационные кривые. Способы получения ПК. Перенапряжение, поляризация, поляризуемость, их определение с помощью ПК.

Виды разряжающихся на катоде ионов, особенности осаждения металлов из комплексных ионов.

Влияние состава электролита и режима процесса на структуру и свойства осадков. Влияние плотности тока на структуру и свойства осадков. Предельный ток. Природа предельного тока. Диффузионный предельный ток. Губчатые осадки металлов. Влияние анионов. Влияние катионов посторонних металлов, кислот и щелочей. Влияние добавок органических веществ. Блескообразующие добавки, механизм действия. Адсорбционный предельный ток. Влияние температуры электролита. Влияние перемешивания электролита. Влияние концентрации водородных ионов. Наводороживание при электроосаждении металлов и сплавов, негативные последствия, способы предотвращения водородного охрупчивания.

Анодные процессы при электроосаждении металлов. Растворимые и нерастворимы аноды. Преимущества насыпных анодов. Внешний генератор ионов осаждаемого металла.

Способы интенсификации процессов электроосаждения металлов и сплавов.

Раздел 2. Распределение тока и металла на катодной поверхности.

Макрораспределение. Распределение тока на макропрофиле катода. Природа рассеивающей способности электролитов и механизм перераспределения тока в них. Влияние различных факторов на распределение тока и металла. Первичное и вторичное распределение тока. Электрохимические факторы, влияющие на вторичное распределение показатель рассеивающей способности. Методы исследования рассеивающей способности электролитов. Распределение по металлу, факторы, влияющие на распределение металла по поверхности основы. Количественная оценка рассеивающей способности электролитов.

Микрораспределение. Распределение тока и металла на микропрофиле катода. Изменение микрорельефа поверхности катода в процессе электроосаждения. Адсорбционно-диффузионная теория выравнивания. Природа микрорассеивающей и выравнивающей способности электролита. Методы исследования микрораспределения и оценки выравнивающей и микрорассеивающей способности электролита.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:		Раздел 1	Раздел 2
	Знать:			
1	– теоретические основы электроосаждения защитных покрытий и сплавов;		+	+
2	– методы исследования рассеивающей способности, микрораспределения и оценки выравнивающей способности электролита;		+	+
	Уметь:			
3	– оценивать влияние различных факторов на структуру и свойства получаемых осадков;		+	+
4	– определять природу лимитирующей стадии, интенсифицировать процесс осаждения покрытий;		+	+
	Владеть:			
5	– навыками определения рассеивающей и выравнивающей способности электролитов;		+	+
6	– навыками снятия поляризационных кривых электроосаждения металлов и сплавов;		+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>(профессиональные)</u> компетенции и индикаторы их достижения:				
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК		
7	– ПК-4. Способен оценить факторы, причины и следствия коррозии различных материалов и покрытий, осуществлять комплексный анализ коррозионного состояния оборудования и эффективности способов защиты от коррозии, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов	– ПК-4.1. Знает теоретические основы электрохимии и коррозии, электроосаждения металлов и сплавов, формирования химических и конверсионных покрытий – ПК-4.2. Умеет анализировать коррозионное состояние оборудования и эффективности способов защиты от коррозии с учетом их экологической безопасности, прогнозировать коррозионное поведение материалов и конструкций, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов – ПК-4.3. Владеет навыками определения коррозионной стойкости, защитной способности металлических и неметаллических материалов и покрытий	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Классификация покрытий по природе, назначению, механизму защиты основы.	2
2	1	Законы электролиза.	2
3	1	Электродный потенциал. Поляризационные кривые (ПК) катодного и анодного процессов при электроосаждении металлов и сплавов. Суммарные и парциальные поляризационные кривые.	4
4	1	Влияние состава электролита и режима процесса на структуру и свойства осадков.	2
5	1	Анодные процессы при электроосаждении металлов.	2
6	2	Макрораспределение. Распределение тока на макропрофиле катода.	2
7	2	Микрораспределение. Распределение тока и металла на микропрофиле катода.	2

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Теория электроосаждения защитных покрытий*».

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 24 балла (максимально по 6 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1.	1	Законы электролиза. Определение выхода по току осаждаемого металла.	4
2.	2	Снятие катодных поляризационных кривых, определение поляризации, поляризуемости, построение парциальных кривых	5
3.	2	Применение ячейки Хулла для контроля процессов электроосаждения металлов в гальванотехнике	4
4.	2	Исследование рассеивающей способности электролитов	4

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

– ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов,

цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;

- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче *экзамена* (1 семестр) 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 рабочей 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

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 36 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 24 балла) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрены 2 контрольные работы. Максимальная оценка за каждую из контрольных работ 18 баллов.

Контрольная работа №1 состоит из трех вопросов, предусматривающих развернутый ответ и относящихся к изучаемым разделам дисциплины.

Вариант 1

1. Равновесный, стационарный (квазиравновесный, бестоковый) потенциалы (определение, схемы установления). Перенапряжение, поляризация (определение, виды и знаки перенапряжения, методики определения).
2. Условия совместного восстановления металлов. Анализ факторов, влияющих на совместное осаждение металлов.
3. Разложение суммарной поляризационной кривой осаждения сплава на парциальные кривые.

Вариант 2

1. Законы Фарадея. Выход по току электрохимических реакций, способы определения выхода по току.
2. Возможность интенсификации процессов нанесения гальванических покрытий (общие принципы и приемы). Влияние концентрации ионов металла, перемешивания, температуры. Влияние ПАВ на электроосаждение металлов (изменение кинетики э/о металлов, влияние на качество покрытий, свойства электролита).
3. Поляризационные кривые: суммарные и парциальные. Разложение суммарной кривой на парциальные. Особенности применения гальваностатического и потенциостатического методов для построения парциальных кривых.

Вариант 3

1. Влияние режима электролиза и состава электролитов на восстановление металлов. Влияние ПАВ на электроосаждение металлов (изменение кинетики э/о металлов, влияние на качество покрытий, свойства электролита).

2. Изменение рН приэлектродного слоя в процессе электроосаждения металлов, влияние на кинетку электрохимического процесса и качество осаждаемых покрытий. Методы измерения рН приэлектродного слоя.

3. Поляризационные кривые: суммарные и парциальные. Разложение суммарной кривой на парциальные. Особенности применения гальваностатического и потенциостатического методов для построения парциальных кривых.

Контрольная работа №2 состоит из двух вопросов, предусматривающих развернутый ответ и относящихся к изучаемым разделам дисциплины.

Вариант 1

1. Макрораспределение тока и металла по поверхности. Первичное распределение тока
2. Условия совместного осаждения металлов

Вариант 2

1. Адсорбционно-диффузионная теория выравнивания. Эквипотенциальность поверхности. Геометрическое выравнивание
2. Перенапряжение, поляризация, поляризуемость. Определения, расчеты на основе поляризационных измерений

Вариант 3

1. Вторичное распределение тока. Анализ уравнения вторичного распределения тока
2. Анализ факторов, влияющих на совместное осаждение металлов

8.2. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (1 семестр – экзамен).

Билет включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Основные и побочные катодные и анодные реакции при электроосаждении металлов.
2. Электродный потенциал. Равновесный, стационарный (квазиравновесный, бестоковый) потенциалы (определение, схемы установления). Перенапряжение, поляризация (определение, виды перенапряжения, методики определения).
3. Законы Фарадея. Физический смысл констант, входящих в закон Фарадея. Выход по току. Способы определения выхода по току.
4. Поляризационные кривые: суммарные и парциальные. Разложение суммарной кривой на парциальные (для процессов электроосаждения металлов и сплавов). Особенности применения различных методов снятия поляризационных кривых.
5. Электроосаждение металлов в нестационарном режиме. Применение нестационарных режимов электролиза.
6. Способы интенсификации процессов электроосаждения металлов и сплавов. Влияние режима электролиза и состава электролита на скорость восстановления металлов и качество получаемых металлических покрытий.
7. Изменение рН приэлектродного слоя электролита в процессе осаждения металлов, и его влияние на кинетику электрохимических процессов и качество получаемых металлических покрытий.
8. Особенности электроосаждения металлов из комплексных электролитов.
9. Анодные процессы при электроосаждении металлов
10. Определение понятия РС. Первичное и вторичное распределение тока. Методы определения.

11. Влияние различных факторов на величину РС по току и металлу.
12. Анализ уравнения вторичного распределения тока.
13. Микрораспределение металлов и сплавов. Адсорбционно-диффузионная теория выравнивания. Возможные случаи микрораспределения металлов. Положительное, отрицательное, геометрическое выравнивание. Механизм и возможности практического применения.
14. Основные закономерности совместного электроосаждения металлов. Влияние различных факторов на совместное восстановление металлов в сплав

Максимальное количество баллов за **экзамен** – 40 баллов.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.3. Структура и примеры билетов для экзамена (2 семестр).

Экзамен по дисциплине «*Теория электроосаждения защитных покрытий*» проводится во 2 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1,2 и 3 рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **экзамена**:

«Утверждаю» Зав. кафедрой Т.А. Ваграмян (Подпись) «__» _____ 2024 г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра инновационных материалов и защиты от коррозии
	22.04.01 Материаловедение и технологии материалов Программа – «Инновационные материалы и защита от коррозии»
	Теория электроосаждения защитных покрытий
Билет № 1	
1. Электродный потенциал. Равновесный, стационарный (квазиравновесный, бестоковый) потенциалы (определение, схемы установления). Перенапряжение, поляризация (определение, виды перенапряжения, методики определения). 2. Основные закономерности совместного электроосаждения металлов. Влияние различных факторов на совместное восстановление металлов и сплавов.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Григорян Н.С., Абрашов А.А., Мазурова Д.В., Ваграмян Т.А. Защитные металлические и конверсионные покрытия. Лабораторный практикум. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2017. 176 с.
2. Мирзоев, Р.А. Анодные процессы электрохимической и химической обработки металлов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р.А. Мирзоев, А.Д. Давыдов. -

Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань. 2016. – 384 с.

Дополнительная литература

1. Мирзоев, Р.А. Анодные процессы электрохимической и химической обработки металлов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р.А. Мирзоев, А.Д. Давыдов. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань. 2016. 384 с.
2. «Прикладная электрохимия» (учебник). Под ред. д.т.н. проф. Томилова А.П. – 3-е. изд., перераб. – М.: Химия. 1984. 520 с.
3. Сборник примеров и задач по электрохимии: учебное пособие / А. В. Введенский, Е. В. Бобринская, С. Н. Грушевская, С. А. Калужина. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-2761-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.
4. Лукомский, Ю. Я. Физико-химические основы электрохимии [Текст]: учебник / Ю. Я. Лукомский, Ю. Д. Гамбург., 2008. - 423 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Раздаточный иллюстративный материал к лекциям
2. Презентации к лекциям
3. Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ

Журналы

1. Гальванотехника и обработка поверхности. ISSN 0869-5326
2. Журнал прикладной химии. ISSN 0044-4618
3. Applied Surface Science. ISSN 0169-4332
4. Физикохимия поверхности и защита материалов (с 2008 г.). ISSN 0044-1856
5. Стандарты и качество. ISSN 0038-9692
6. Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. ISSN 2073-0004
7. Surface and Coatings Technology. ISSN 0257-8972
8. Приборы. ISSN 2071-7865

Интернет-ресурсы

<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://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 (9 шт).

10. 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 01.01.2023 составляет 1 727 628 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.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине *«Теория электроосаждения защитных покрытий»* проводятся в форме лекций, практических, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Электронные средства демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебная мебель.

Специализированное лабораторное исследовательское, испытательное и технологическое оборудование.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплект презентаций к лекциям; наборы образцов различных материалов и покрытий.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; WEB-камеры; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам

лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; буклеты и каталоги оборудования, справочники по сырьевым материалам, справочники по наилучшим доступным технологиям электрохимических производств; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Теория электроосаждения защитных покрытий	<i>Знать:</i> - Теория электроосаждения защитных покрытий и сплавов; - методы исследования рассеивающей способности, микрораспределения и оценки выравнивающей способности электролита; <i>Уметь:</i> - оценивать влияние различных факторов на структуру и свойства получаемых осадков; - определять природу лимитирующей стадии, интенсифицировать процесс осаждения покрытий; <i>Владеть:</i> - навыками определения рассеивающей и выравнивающей способности электролитов; - навыками снятия поляризационных кривых электроосаждения металлов и сплавов.	Оценка за контрольные работы Оценка за лабораторные работы Оценка за экзамен
Раздел 2. Распределение тока и металла на катодной поверхности	<i>Знать:</i> - Теория электроосаждения защитных покрытий и сплавов; - методы исследования рассеивающей способности, микрораспределения и оценки выравнивающей способности электролита; <i>Уметь:</i> - оценивать влияние различных факторов на структуру и свойства получаемых осадков; - определять природу лимитирующей стадии, интенсифицировать процесс осаждения покрытий; <i>Владеть:</i>	Оценка за контрольную работу Оценка за лабораторную работу Оценка за экзамен

	- навыками определения рассеивающей и выравнивающей способности электролитов; - навыками снятия поляризационных кривых электроосаждения металлов и сплавов.	
--	--	--

13. 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 высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- 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 дисциплины
«Теория электроосаждения защитных покрытий»**

основной образовательной программы
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

«Инновационные материалы и защита от коррозии»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		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»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Техническая гальванопластика»

**Направление подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов
Магистерская программа – «Инновационные материалы и защита от коррозии»**

Квалификация «магистр»

Москва 2024

Программа составлена доцентом кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии к.т.н. А.А. Абрашовым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии
«12» апреля 2024 г., протокол № 8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **22.04.01 Материаловедение и технологии материалов** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **Инновационных материалов и защиты от коррозии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина «**Техническая гальванопластика**» относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области материаловедения, теоретических основ электроосаждения металлов, гальванотехники и обработки поверхности.

Цель дисциплины – изучение основ химической металлизации диэлектрических материалов, гальванопластических процессов; технологических схем металлизации и гальванопластики в различных отраслях промышленности.

Задачи дисциплины – изучить основы химической металлизации диэлектрических материалов, гальванопластических процессов;

– рассмотреть технологические схемы металлизации и гальванопластики в различных отраслях народного хозяйства: при изготовлении товаров народного потребления, при изготовлении сложных деталей (волноводов, пресс-форм, рефлекторов и пр. изделий для авиации и космонавтики), для тиражирования археологических ценностей, художественных ценностей (скульптур, барельефов, медалей и пр.).

Дисциплина «**Техническая гальванопластика**» преподается в 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
Участие в организации и проведении проектов, исследований и разработок новых материалов и композиций, научных и прикладных экспериментов по созданию новых процессов получения и обработки материалов, а также изделий.	Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами.	ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять технологические процессы в области защиты от коррозии; осуществлять выбор материалов для изготовления основного и вспомогательного оборудования и коммуникационных сетей.	ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические процессы в области защиты от коррозии, определять пригодность поверхности к обработке с целью придания требуемых функциональных свойств.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки
			ПК-5.3. Владеет навыками подготовки поверхности к нанесению покрытий, контроля их качества, принятия решений по компоновке линий нанесения защитных металлических и неметаллических покрытий.	

				линейных сооружений и объектов (уровень квалификации – 7) Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
--	--	--	--	--

Участие в организации и проведении проектов, исследований и разработок новых материалов и композиций, научных и прикладных экспериментов по созданию новых процессов получения и обработки материалов, а также изделий.	Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами.	ПК-6. Способен определять функциональные и коррозионные характеристики оборудования, материалов и покрытий, определять их соответствие заявленным потребительским характеристикам; осуществлять контроль качества материалов и покрытий с применением известных и модифицированных методов испытаний.	ПК-6.1. Знает требования к функциональным и коррозионным характеристикам оборудования, материалов и покрытий, способы контроля, а также регламентирующие их нормативные документы.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по электрохимической защите от коррозии линейных сооружений и объектов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.10.2021 №714н. D Управление системой электрохимической защиты линейных сооружений и объектов (уровень квалификации – 7) Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических
---	---	---	--	--

				процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
--	--	--	--	--

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- требования к гальванопластическим осадкам;
- основные технологические операции изготовления изделий методом гальванопластики;
- принципы модификации диэлектрических поверхностей перед химической металлизацией диэлектриков или гальваническим наращиванием металла.

Уметь:

- составлять технологические схемы гальванопластического изготовления изделий с использованием форм из различных материалов;
- выбирать оптимальные технологии химической металлизации для заданных условий эксплуатации изделий.
- осуществлять технический контроль растворов и электролитов, а также свойств гальванопластических покрытий или изделий;

Владеть:

- навыками изготовления гальванопластических форм
- навыками нанесения электропроводных разделительных слоев, а также металлических покрытий на диэлектрики
- навыками изготовления изделий гальванопластическим способом

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	135
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,42	51	38,25
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,75
Лабораторные работы (ЛР)	0,47	17	12,75
Самостоятельная работа	2,58	93	69,75
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,58	93	69,75
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	27
Контактная самостоятельная работа	1	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Практическая гальванопластика	64	7	7	-	7	-	7	7	43
1.1	История изобретения гальванопластики. Предмет гальванопластики. Этапы развития гальванопластики.	15	-	2	-	-	-	-	-	13
1.2	Применение гальванопластических технологий в промышленности.	11	-	1	-	-	-	-	-	10
1.3	Основные этапы гальванопластического производства. Формы в гальванопластике (виды форм). Основные материалы для изготовления форм.	15	-	2	-	3	-	-	-	10
1.4	Модифицирование поверхности форм. Нанесение покровных слоев различной природы.	23	7	2	-	4	-	7	7	10
2.	Раздел 2. Основные технологические процессы	80	10	10	-	10	-	10	10	50
2.1	Химическое (автокаталитическое) восстановление металлов. Нанесение проводящих дисперсий (порошки графита, металла).	16	-	2	-	2	-	-	-	12
2.2	Электроосаждение металлов.	30	10	4	-	4	-	10	10	12
2.3	Электроосаждение сплавов.	18	-	2	-	2	-	-	-	14

2.4	Оборудование. Контроль в промышленной гальванопластике.	<i>16</i>	-	<i>2</i>	-	<i>2</i>	-	-	-	<i>12</i>
	ИТОГО	144	<i>17</i>	17	-	17	-	17	<i>17</i>	93
	Экзамен	36								
	ИТОГО	180								

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Практическая гальванопластика

Б.С. Якоби – основоположник гальванотехники. История изобретения гальванопластики. Предмет гальванопластики. Этапы развития гальванопластики.

Основные положения гальванопластики. Применение гальванопластических технологий в промышленности. Основные этапы гальванопластического производства. Формы в гальванопластике (виды форм). Основные материалы для изготовления форм. Модифицирование поверхности форм. Обезжиривание. Механическая обработка. Травление. Нанесение покровных слоев различной природы. Разделительные слои: самопроизвольные, неорганические, органические. Электропроводные слои: сульфидные, металлические.

Раздел 2. Основные технологические процессы

Химическое (автокаталитическое) восстановление металлов. Нанесение проводящих дисперсий (порошки графита, металла). Электроосаждение металлов. Электроосаждение сплавов. Оборудование. Контроль в промышленной гальванопластике.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	
	Знать:			
1	– требования к гальванопластическим осадкам;	+	+	
2	– основные технологические операции изготовления изделий методом гальванопластики;	+	+	
3	– принципы модификации диэлектрических поверхностей перед химической металлизацией диэлектриков или гальваническим наращиванием металла.	+	+	
	Уметь:			
4	– составлять технологические схемы гальванопластического изготовления изделий с использованием форм из различных материалов;	+	+	
5	– выбирать оптимальные технологии химической металлизации для заданных условий эксплуатации изделий;	+	+	
6	– осуществлять технический контроль растворов и электролитов, а также свойств гальванопластических покрытий или изделий;		+	
	Владеть:			
7	– навыками изготовления гальванопластических форм;	+	+	
8	– навыками нанесения электропроводных разделительных слоев, а также металлических покрытий на диэлектрики;	+	+	
9	– навыками изготовления изделий гальванопластическим способом	+	+	
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</i>				
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК		
9	ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять технологические процессы в области защиты от коррозии; осуществлять выбор материалов для изготовления основного и	ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические процессы в области защиты от коррозии, определять пригодность поверхности к обработке с целью придания требуемых функциональных свойств.	+	+

10	вспомогательного оборудования и коммуникационных сетей.	ПК-5.3. Владеет навыками подготовки поверхности к нанесению покрытий, контроля их качества, принятия решений по компоновке линий нанесения защитных металлических и неметаллических покрытий.	+	+
11	ПК-6. Способен определять функциональные и коррозионные характеристики оборудования, материалов и покрытий, определять их соответствие заявленным потребительским характеристикам; осуществлять контроль качества материалов и покрытий с применением известных и модифицированных методов испытаний.	ПК-6.1. Знает требования к функциональным и коррозионным характеристикам оборудования, материалов и покрытий, способы контроля, а также регламентирующие их нормативные документы.	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Часы
1	1	Основные этапы гальванопластического производства. Формы в гальванопластике (виды форм). Основные материалы для изготовления форм.	3
2	1	Модифицирование поверхности форм. Нанесение покровных слоев различной природы.	4
3	2	Химическое (автокаталитическое) восстановление металлов. Нанесение проводящих дисперсий (порошки графита, металла).	2
4	2	Электроосаждение металлов.	4
5	2	Электроосаждение сплавов.	2
6	2	Оборудование. Контроль в промышленной гальванопластике.	2

6.2. Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «*Техническая гальванопластика*», а также дает знания об основах электрохимии, материаловедении и защите от коррозии.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 25 баллов (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 и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1	Изготовление медной и никелевой фольги	3
2	1	Изготовление медной сетки	3
3	2	Изготовление плоского барельефа	3
4	2	Изготовление объёмного барельефа на каучуковой форме методом внутреннего наращивания	2
5	2	Изготовление медного бесшовного змеевика по выплавляемой модели	3

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

- регулярную проработку пройденного на лекциях, практических и лабораторных занятиях учебного материала и подготовку к выполнению контрольных работ по разделам дисциплины;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, и работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ

- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к выполнению лабораторных работ;
- 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 рабочей 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

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 35 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 25 баллов) и итогового контроля в форме *экзамена* (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрены 2 контрольные работы. Контрольные работы относятся к разным разделам дисциплины.

Контрольная работа №1 включает в себя три вопроса и суммарно оценивается из 18 баллов. Каждый вопрос оценивается из расчета 6 баллов.

Вариант № 1

1. Раскройте суть понятия формы в гальванопластике. Что такое промежуточная форма? Приведите способы изготовления форм.
2. Сравните химический и электрохимический способы нанесения разделительных слоев.
3. Охарактеризуйте простые электролиты меднения, используемые в гальванопластических производствах для наращивания копий, их преимущества и недостатки.

Вариант № 2

1. Сравните механический и термический способы нанесения токопроводящих слоев.
2. Опишите процесс очистки поверхности стальных форм от оксидов перед наращиванием копий.
3. Укажите назначение компонентов электролитов для получения сплавов Ni-Mn и Co-W.

Контрольная работа №2 включает в себя три вопроса и суммарно оценивается из 17 баллов. Первый и второй вопросы оцениваются из расчета 6 баллов, третий вопрос из расчета 5 баллов.

Вариант № 1

1. Опишите оборудование для нанесения токопроводящих слоев вакуумными способами.
2. В чем заключается суть способа репродуцирования скульптур способом гальванопластики?
3. Охарактеризуйте оснастку, используемую в гальванопластических производствах.

Вариант № 2

1. При наращивании никелевой копии с сульфатного электролита Уотса на поверхности

формы (площадь $0,125 \text{ дм}^2$) в течение одного часа при силе тока 1 А выделилось 0,56 г никеля. Определить выход по току и толщину никеля. Атомная масса никеля равна 58,7; плотность никеля $8,9 \text{ г / см}^3$.

2. Опишите конструктивные особенности стационарных ванн для наращивания копий.
3. Приведите и опишите способы окрашивания и тонирования медных копий.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – экзамен)

Билет включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (3 семестр – экзамен)

1. История изобретения гальванопластики. Этапы развития гальванопластики.
2. Применение гальванопластических технологий в промышленности.
3. Основные этапы гальванопластического производства.
4. Формы в гальванопластике (виды форм).
5. Основные материалы для изготовления форм. Постоянные формы. Разрушаемые формы. Деформируемые (сплющиваемые) формы. Отделение форм от осадка.
6. Модифицирование поверхности форм. Обезжиривание. Механическая обработка. Травление. Нанесение покровных слоев различной природы. Разделительные слои: самопроизвольные, неорганические, органические.
7. Электропроводные слои: сульфидные, металлические. Нанесение халькогенидных слоёв. Химическое (автокаталитическое) восстановление металлов.
8. Химическое меднение.
9. Химическое никелирование.
10. Химическое серебрение.
11. Нанесение проводящих дисперсий (порошки графита, металла).
12. Электроосаждение металлов. Электролитическое осаждение никеля, меди, серебра и золота
13. Электроосаждение сплавов.
14. Оборудование для изготовления форм.
15. Оборудование для модифицирования поверхности форм.
16. Оборудования для наращивания копий.
17. Материалы для изготовления оборудования, подвесок, приспособлений, экранов.
18. Контроль в промышленной гальванопластике.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (3 семестр)

Экзамен по дисциплине «*Техническая гальванопластика*» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины. Билет для *экзамена* состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для *экзамена*:

«Утверждаю» Зав. кафедрой инновационных материалов и защиты от коррозии _____ Т. А. Ваграмян (Подпись) «__» _____ 2024 г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра инновационных материалов и защиты от коррозии
	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов Магистерская программа – «Инновационные материалы и защита от коррозии» Техническая гальванопластика
Билет № 1 1. Основные материалы для изготовления форм. Постоянные формы. Разрушаемые формы. Деформируемые (сплющиваемые) формы. Отделение форм от осадка. 2. Химическое серебрение.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Смирнов К.Н., Абрашов А.А., Григорян Н.С., Мазурова Д.В. Гальванопластика - М.: Издательство РХТУ, 2022. - 200 с.
2. Смирнов К.Н., Абрашов А.А., Григорян Н.С., Одиноква И.В. Гальванопластика. Лабораторный практикум. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2019. 56 с.

Дополнительная литература

1. «Прикладная электрохимия» (учебник). Под ред. д.т.н. проф. Томилова А.П. – 3-е. изд., перераб. – М.: Химия. 1984. 520 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

- Раздаточный иллюстративный материал к лекциям.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Научно-технические журналы:

- Журнал «Гальванотехника и обработка поверхности» ISSN 0869-5326.
- Журнал «Коррозия: материалы, защита» ISSN 1813-7016.
- Журнал «Corrosion Science» ISSN 0010-938X.
- Журнал «Практика противокоррозионной защиты» ISSN 1998-5738.
- Журнал «Физикохимия поверхности и защита материалов (с 2008 г.)» ISSN 0044-1856.
- Журнал «Corrosion Engineering Science and Technology» ISSN 1478-422X.
- Журнал «Corrosion Reviews» ISSN 0334-6005.
- Журнал «Materials and Corrosion - Werkstoffe und Korrosion». ISSN 0043-2822.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

- <http://bookfi.org> – 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.ru> – Научная библиотека Московского государственного университета.
 - <http://window.edu.ru> – Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов.
 - <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 рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций – 8 (общее число слайдов – 300).

10. 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 01.01.2023 составляет 1 727 628 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.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Техническая гальванопластика*» проводятся в форме лекций, практических, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Лекционная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; учебная лаборатория для проведения лабораторных занятий.

Специализированное лабораторное исследовательское, испытательное и

технологическое оборудование.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплект презентаций к лекциям; наборы образцов различных материалов и покрытий.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; WEB-камеры; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекциям; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; буклеты и каталоги оборудования, справочники по сырьевым материалам, справочники по наилучшим доступным технологиям электрохимических производств; справочные материалы в печатном и электронном виде; электронная картотека по рентгенофазовому анализу.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Практическая гальванопластика	<i>Знает:</i> – требования к гальванопластическим осадкам; – основные технологические операции изготовления изделий методом гальванопластики; – принципы модификации диэлектрических поверхностей перед химической металлизацией диэлектриков или гальваническим наращиванием металла. <i>Умеет:</i> – составлять технологические схемы гальванопластического изготовления изделий с использованием форм из различных материалов; – выбирать оптимальные технологии	Оценка за контрольные работы Оценка за лабораторные работы Оценка за экзамен (3 семестр)

	химической металлизации для заданных условий эксплуатации изделий. – осуществлять технический контроль растворов и электролитов, а также свойств гальванопластических покрытий или изделий; <i>Владеет:</i> – навыками изготовления гальванопластических форм – навыками нанесения электропроводных разделительных слоев, а также металлических покрытий на диэлектрики – навыками изготовления изделий гальванопластическим способом	
Раздел 2. Основные технологические процессы	<i>Знает:</i> – требования к гальванопластическим осадкам; – основные технологические операции изготовления изделий методом гальванопластики; – принципы модификации диэлектрических поверхностей перед химической металлизацией диэлектриков или гальваническим наращиванием металла. <i>Умеет:</i> – составлять технологические схемы гальванопластического изготовления изделий с использованием форм из различных материалов; – выбирать оптимальные технологии химической металлизации для заданных условий эксплуатации изделий; <i>Владеет:</i> – навыками изготовления гальванопластических форм; – навыками нанесения электропроводных разделительных слоев, а также металлических покрытий на диэлектрики; – навыками изготовления изделий гальванопластическим способом	Оценка за контрольные работы Оценка за лабораторные работы Оценка за экзамен (3 семестр)

13. 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 высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;
- 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 дисциплины
«Техническая гальванопластика»**

**основной образовательной программы
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов**

«Инновационные материалы и защита от коррозии»

Форма обучения: **очная**

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		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»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Химическое сопротивление неметаллических материалов»**

**Направление подготовки
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов**

**Магистерская программа – «Инновационные материалы и защита от
коррозии»**

Квалификация «магистр»

Москва 2024

Программа составлена Василенко Оксаной Анатольевной, к.т.н., доцентом кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии» 12 апреля 2024 г., протокол № 8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **22.04.01 Материаловедение и технологии материалов** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой **кафедрой инновационных материалов и защиты от коррозии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 3 семестра.

Дисциплина **«Химическое сопротивление неметаллических материалов»** относится к вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области основ естественнонаучных дисциплин – общей и неорганической химии, органической химии, физической химии, физики, прикладной механики.

Цель дисциплины – научить методам оценки коррозионной стойкости (химического сопротивления) перспективных неметаллических материалов, ознакомить с их структурным состоянием и свойствами, показать пути возможной их защиты от воздействия агрессивной коррозионной среды.

Задачи дисциплины:

- научить методам оценки коррозионной стойкости (химического сопротивления) перспективных неметаллических материалов,
- ознакомить обучающихся с их структурным состоянием и свойствами,
- показать пути возможной защиты неметаллических материалов от воздействия агрессивной коррозионной среды.

Дисциплина **«Химическое сопротивление неметаллических материалов»** преподается в 3 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Знает принципы сбора, классифицирования, анализа и обобщения информации, способы использования цифровых ресурсов информации. УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и информацию, систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности. УК-1.3. Владеет навыками формулирования и

		аргументации выводов и суждений, в том числе с применением научного и философского понятийного аппарата.
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1. Знает основные принципы самовоспитания самообразования, профессионального и личностного развития, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда. УК-6.2. Умеет планировать время с учетом работы и саморазвития, формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, индивидуально-личностных особенностей.

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Научно-исследовательский тип задач профессиональной деятельности				
1. Сбор и сравнительный анализ данных о существующих типах и марках материалов, их структуре и свойствах, способах разработки новых материалов с заданными технологическими и функциональными свойствами применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; 2. Анализ, обоснование и выполнение	1. Основные типы современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов; композитов и гибридных материалов; сверхтвердых материалов; интеллектуальных и наноматериалов, пленок и покрытий; 2. Технологические процессы производства, обработки и модификации	ПК-1 Способен обоснованно (осмысленно) использовать знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач.	ПК-1.1. Знает физические, химические, механические, технологические и эксплуатационные свойства металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов.	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н.
			ПК-1.2. Умеет устанавливать закономерности взаимосвязи состава материалов, их структуры и физико-механических свойств, а также прогнозировать изменение их характеристик.	
			ПК-1.3. Владеет навыками определения технических и физико-химических характеристик металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, а также способами их модифицирования.	

технических проектов в части рационального выбора материалов в соответствии с заданными условиями при конструировании изделий, проектировании технологических процессов производства, обработки и переработки материалов, нетиповых средств для испытаний материалов, полуфабрикатов и изделий.	материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами.			В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
--	---	--	--	---

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- современные и перспективные конструкционные и функциональные неметаллические материалы;
- свойства различных групп неметаллических материалов;
- основные коррозионные среды, способные ухудшать свойства неметаллического материала в процессе его эксплуатации;
- области применения неметаллических материалов;
- сущность процессов коррозионного разрушения материалов и перспективные методы защиты неметаллических материалов от коррозии.

Уметь:

- связывать физические и химические свойства материалов и процессы, протекающие в них с их коррозионной стойкостью при взаимодействии с различными агрессивными средами;
- анализировать свойства материалов;
- использовать знания теоретических основ материаловедения и технологии современных материалов при решении конкретных прикладных задач защиты от коррозионных разрушений;
- анализировать причины ухудшения эксплуатационных свойств материалов и предлагать обоснованные варианты их улучшения.

Владеть:

- навыками выбора рационального метода защиты материала в зависимости от функционального назначения материалов и технологических требований к изделию;
- навыками подбора рациональной защиты материала от коррозионного разрушения с целью продления его срока службы;
- современными информационно-коммуникационными технологиями и средствами при разработке технологических процессов защиты современных материалов от коррозионного разрушения;
- навыками работы с научно-технической литературой и нормативной документацией в области материаловедения и защиты от коррозии, а также способностями собирать, анализировать, обобщать научно-техническую информацию по тематике исследования.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	108
Контактная работа – аудиторные занятия:	0,94	34	25,5
в том числе в форме практической подготовки	0,94	34	25,5
Лекции	0,47	17	12,75
Практические занятия (ПЗ)	0,47	17	12,75
Самостоятельная работа	3,05	110	82,5
Контактная самостоятельная работа	3,05	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		109,6	82,2
Вид итогового контроля:	Зачет с оценкой		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг. (при наличии)	Сам. работа
1.	Раздел 1. Материалы, используемые в технике. Введение. Требования к перспективным неметаллическим материалам. Классификация основных типов современных конструкционных и функциональных неметаллических материалов и композитов	66	-	8	-	8	-	-	-	50
1.1	Силикатные материалы.	25	-	2,5	-	2,5	-	-	-	20
1.2	Полимерные материалы	20	-	2,5	-	2,5	-	-	-	15
1.3	Композитные материалы	21	-	3	-	3	-	-	-	15
2.	Раздел 2. Взаимодействие неметаллических материалов с различными коррозионными средами	78	-	9	-	9	-	-	-	60
2.1	Особенности взаимодействия неметаллических материалов с водой	8	-	1,5	-	1,5	-	-	-	5
2.2	Особенности взаимодействия неметаллических материалов с органическими растворителями.	13	-	1,5	-	1,5	-	-	-	10
2.3	Особенности взаимодействия неметаллических материалов с расплавами металлов и солей.	12	-	1	-	1	-	-	-	10

2.4	Особенности взаимодействия неметаллических материалов с растворами электролитов	12	-	1	-	1	-	-	-	10
2.5	Особенности взаимодействия неметаллических материалов с газами	12	-	1	-	1	-	-	-	10
2.6	Коррозия бетона. Три вида коррозии бетона. Защиты бетона от коррозионных воздействий агрессивной среды	12	-	1	-	1	-	-	-	10
2.7	Основные направления защиты от коррозионных разрушений	9	-	2	-	2	-	-	-	5
	ИТОГО	144	Разр.	УП	Разр.	УП	Разр.	УП	Разр.	УП
	Экзамен	36								
	ИТОГО	180								

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Материалы, используемые в технике. Введение. Требования к перспективным неметаллическим материалам. Классификация основных типов современных конструкционных и функциональных неметаллических материалов и композитов.

1.1. Силикатные материалы. Общие сведения. Материалы, получаемые путём плавления горных пород или других природных веществ: каменное литьё, плавленый кварц, стекло (оптическое стекло), ситаллы, силикатные эмали. материалы, получаемые путём спекания природных веществ: кислотоупорная керамика и фарфор; минеральные неорганические вяжущие вещества и материалы на их основе: воздушные минеральные неорганические вяжущие вещества, гидравлические минеральные неорганические вяжущие вещества, бетон.

Классификация технологий изготовления силикатных материалов. Свойства силикатных материалов и их применение.

1.2. Полимерные материалы. Общие сведения и основные свойства полимеров. механические, физические, химические, электрические и технологические свойства полимеров. Структура полимеров. Классификация пластмасс. Термопластичные и термореактивные полимеры. Обзор наиболее востребованных термопластов и реактопластов (полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полистирол, фторопласты, полиамиды, полиуретаны, фенолформальдегидные смолы, карбамидные смолы, эпоксидные смолы, кремнийорганические смолы, полиэфирные смолы). Эластомеры: каучуки и резины.

1.3. Композитные материалы. Общие сведения. Классификация композитов. Стеклопластики, углепластики, боропластики, органопластики, полимеры, наполненные порошками, текстолиты. Композитные материалы на основе керамики: керметы, микролиты. Композитные материалы с металлической матрицей. Армирование металлов волокнами (бора, углерода, карбида кремния, вольфрама, оксид алюминия, оксид циркония). Композитные материалы оксид-оксид. Свойства композиционных материалов и области их использования.

Раздел 2. Взаимодействие неметаллических материалов с различными коррозионными средами.

2.1. Особенности взаимодействия неметаллических материалов с водой.

2.2. Особенности взаимодействия неметаллических материалов с органическими растворителями.

2.3. Особенности взаимодействия неметаллических материалов с расплавами металлов и солей.

2.4. Особенности взаимодействия неметаллических материалов с растворами электролитов.

2.5. Особенности взаимодействия неметаллических материалов с газами.

2.6. Коррозия бетона. Три вида коррозии бетона. Защиты бетона от коррозионных воздействий агрессивной среды.

2.7. Основные направления защиты от коррозионных разрушений.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2
	Знать:		
1	- современные и перспективные конструкционные и функциональные неметаллические материалы;	+	+
2	- свойства различных групп неметаллических материалов;	+	+
3	- основные коррозионные среды, способные ухудшать свойства неметаллического материала в процессе его эксплуатации;	+	+
4	- области применения неметаллических материалов;	+	+
5	- сущность процессов коррозионного разрушения материалов и перспективные методы защиты неметаллических материалов от коррозии.	+	+
	Уметь:		
6	- связывать физические и химические свойства материалов и процессы, протекающие в них с их коррозионной стойкостью при взаимодействии с различными агрессивными средами;	+	+
7	- анализировать свойства материалов;...	+	+
8	- использовать знания теоретических основ материаловедения и технологии современных материалов при решении конкретных прикладных задач защиты от коррозионных разрушений;	+	+
9	- анализировать причины ухудшения эксплуатационных свойств материалов и предлагать обоснованные варианты их улучшения.	+	+
	Владеть:		
10	- навыками выбора рационального метода защиты материала в зависимости от функционального назначения материалов и технологических требований к изделию;	+	+
11	- навыками подбора рациональной защиты материала от коррозионного разрушения с целью продления его срока службы;...	+	+
12	- современными информационно-коммуникационными технологиями и средствами при разработке технологических процессов защиты современных материалов от коррозионного разрушения;	+	+
13	- навыками работы с научно-технической литературой и нормативной документацией в области материаловедения и защиты от коррозии, а также способностями собирать, анализировать, обобщать научно-техническую информацию по тематике исследования.	+	+

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <u>универсальные и профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</u>				
	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК		
14	- УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	- УК-1.1. Знает принципы сбора, классифицирования, анализа и обобщения информации, способы использования цифровых ресурсов информации. - УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и информацию, систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности. - УК-1.3. Владеет навыками формулирования и аргументации выводов и суждений, в том числе с применением научного и философского понятийного аппарата.	+ + +	+ + +
15	- УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	- УК-6.1. Знает основные принципы самовоспитания, самообразования, профессионального и личностного развития, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда. - УК-6.2. Умеет планировать время с учетом работы и саморазвития, формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, индивидуально-личностных особенностей.	+ +	+ +
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК		

16	- ПК-1 Способен обоснованно (осмысленно) использовать знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач.	- ПК-1.1. Знает физические, химические, механические, технологические и эксплуатационные свойства металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов.	+	+
		- ПК-1.2. Умеет устанавливать закономерности взаимосвязи состава материалов, их структуры и физико-механических свойств, а также прогнозировать изменение их характеристик.	+	+
		- ПК-1.3. Владеет навыками определения технических и физико-химических характеристик металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, а также способами их модифицирования.	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине.

Учебным планом подготовки магистров предусмотрено проведение практических (семинарских) занятий по дисциплине «*Химическое сопротивление неметаллических материалов*» в объеме 17 часов. Практические занятия направлены на углубление теоретических знаний, полученных студентом на лекционных занятиях, приобретение навыков применения теоретических знаний в практической работе.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических (семинарских) занятий	Часы
1	Раздел 1.	Практическое занятие 1. Материалы, используемые в технике. Силикатные материалы	2,5
2	Раздел 1.	Практическое занятие 2. Материалы, используемые в технике. Полимерные материалы	2,5
3	Раздел 1.	Практическое занятие 3. Материалы, используемые в технике. Композитные материалы	3
4	Раздел 2.	Практическое занятие 4. Особенности взаимодействия неметаллических материалов с органическими растворителями.	1,5
5	Раздел 2.	Практическое занятие 5. Особенности взаимодействия неметаллических материалов с расплавами металлов и солей.	1,5
6	Раздел 2.	Практическое занятие 6. Особенности взаимодействия неметаллических материалов с водой.	1
7	Раздел 2.	Практическое занятие 7. Особенности взаимодействия неметаллических материалов с газами.	1
8	Раздел 2.	Практическое занятие 8. Особенности взаимодействия неметаллических материалов с растворами электролитов.	1
9	Раздел 2.	Практическое занятие 9. Особенности коррозии бетона.	1
10	Раздел 2.	Практическое занятие 10. Основные направления защиты неметаллических материалов от коррозионных разрушений.	2

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума по дисциплине «*Химическое сопротивление неметаллических материалов*» учебным планом не предусмотрено.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и

предусматривает:

- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче **экзамена** (3 семестр) 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 рабочей 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

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 30 баллов), написанию и защите реферата (максимальная оценка 30 баллов) и итогового контроля в форме **экзамена** (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

Перечень примерных тем.

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 1 и 2 составляет 15 баллов за каждую.

Контрольная работа № 1

Материалы, используемые в технике: силикатные материалы, полимеры, композиты

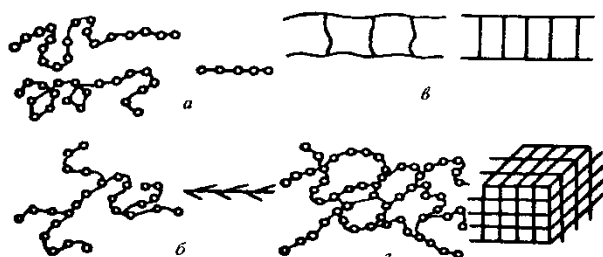
Вариант № 1

Вопрос № 1

Стекло. Механические и оптические свойства. Кроны и флинты.

Вопрос № 2

Свойства полимеров, обусловленные их структурой. Пояснить на примере рисунка.



Вариант № 2

Вопрос № 1

Три физических состояния полимера.

Вопрос № 2

Силикатные материалы, используемые для футеровки печей в сталелитейном производстве.

Вариант № 3

Вопрос № 1

Эластомеры. Каучуки и резины.

Вопрос № 2

Свойства полимеров, обусловленные их структурой. Пояснить на примере рисунка.

Вариант № 4

Вопрос № 1

Биоразложение полиэтилена. Проблемы и способы их решения.

Вопрос № 2

Структура и свойства волокнистых и слоистых композитов.

Вариант № 5

Вопрос № 1

Ситаллы. Основные свойства.

Вопрос № 2

Композитные материалы оксид-оксид.

Вариант № 6

Вопрос № 1

Гидравлические минеральные неорганические вяжущие вещества, бетоны.

Вопрос № 2

Классификация композитов. Композиты на керамической матрице (керметы и микролиты).

Вариант № 7

Вопрос № 1

Кислотоупорная керамика и фарфор.

Вопрос № 2

Общие сведения и основные свойства полимерных материалов.

Вариант № 8

Вопрос № 1

Классификация композитов. Композиты на полимерной матрице (стеклопластики, углепластики).

Вопрос № 2

Области применения полистирольных пластиков.

Вариант № 9

Вопрос № 1

Композиционные материалы с металлической матрицей. Армирование металлов волокнами (бора, углерода, карбида кремния).

Вопрос № 2

Термопластичные и термореактивные полимеры. Особенности технологии переработки.

Вариант № 10

Вопрос № 1

Структура и свойства композитов упрочнённых частицами и нанокомпозитов.

Вопрос № 2

Полиамиды и полиуретаны. Свойства и области применения.

Оценочный материал по контрольной работе №1

Вопрос	1	2	Σ
Баллы	5	5	10

Контрольная работа № 2

Особенности взаимодействия неметаллических материалов с различными коррозионными средами

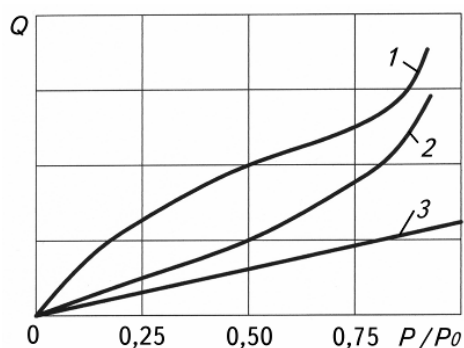
Вариант № 1

Вопрос № 1

Особенности гидролиза полимерных материалов.

Вопрос № 2

Изотерма сорбции воды на примере различных материалов. Пояснить на примере рисунка.



Вариант № 2

Вопрос № 1

Особенности взаимодействия силикатных материалов с водой. Характеристика водородной связи.

Вопрос № 2

Особенности взаимодействия силикатных материалов с органическими растворителями.

Вариант № 3

Вопрос № 1

Влияние воды на устойчивость бетонных композиций. Характеристика водородной связи.

Вопрос № 2

Особенности взаимодействия полимерных материалов с органическими растворителями.

Вариант № 4

Вопрос № 1

Особенности взаимодействия силикатных материалов с газами.

Вопрос № 2

Особенности взаимодействия композитных материалов с расплавами металлов и солей.

Вариант № 5

Вопрос № 1

Термин «рост бетона», чем он опасен.

Вопрос № 2

Влияние морфологии на водостойкость полимерных материалов. Набухание полимера.

Вариант № 6

Вопрос № 1

Особенности гидролиза полимерных материалов.

Вопрос № 2

Влияние воды на устойчивость бетонных композиций. Характеристика водородной связи.

Вариант № 7

Вопрос № 1

Особенности взаимодействия силикатных материалов с хлором при высоких температурах.

Вопрос № 2

Изотерма сорбции воды на примере различных материалов. Пояснить на примере рисунка.

Вариант № 8

Вопрос № 1

Влияние химического состава силикатного материала на его стойкость по отношению к растворам электролитов.

Вопрос № 2

Три механизма переноса газов в неметаллических материалах.

Вариант № 9

Вопрос № 1

Основные направления защиты от коррозионных разрушений неметаллических материалов.

Вопрос № 2

Особенности взаимодействия силикатных материалов с водородом при высоких температурах.

Вариант № 10

Вопрос № 1

Факторы, влияющие на растворимость полимерного материала.

Вопрос № 2

Особенности взаимодействия композитных материалов с расплавами металлов и солей.

Оценочный материал по контрольной работе №2

Вопрос	1	2	Σ
Баллы	5	5	10

8.2. Перечень тем рефератов

Реферат по курсу выполняется в часы, выделенные учебным планом на самостоятельную работу. Максимальная оценка реферата – 24 баллов.

1. Классификация основных типов современных конструкционных и функциональных неметаллических материалов и композитов.
2. Силикатные материалы. Общие сведения.
3. Силикатные материалы, получаемые путём спекания природных веществ.
4. Кислотоупорная керамика и фарфор.
5. Силикатные материалы, используемые для футеровки печей в сталелитейном производстве.
6. Гидравлические минеральные неорганические вяжущие вещества, бетоны.
7. Стекло. Оптическое стекло. Основные свойства.
8. Ситаллы. Основные свойства.
9. Классификация технологий изготовления силикатных материалов.
10. Общие сведения и основные свойства полимерных материалов.
11. Классификация пластмасс по различным признакам.
12. Термопластичные и термореактивные полимеры. Особенности технологии переработки.
13. Обзор наиболее востребованных в современных технологиях термопластов.
14. Эластомеры. Каучуки и резины.

15. Общие сведения о композиционных материалах.
16. Классификация композитов. Композиты на керамической матрице (керметы и микролиты).
17. Классификация композитов. Композиты на полимерной матрице (стеклопластики, углепластики).
18. Композиционные материалы с металлической матрицей. Армирование металлов волокнами (бора, углерода, карбида кремния).
19. Композиционные материалы с керамической матрицей. Керметы.
20. Структура и свойства волокнистых и слоистых композитов.
21. Структура и свойства композитов упрочнённых частицами и нанокомпозитов.
22. Композитные материалы оксид-оксид.
23. Анализ значений удельной прочности и модуля упругости углепластиков по сравнению со значениями этих показателей у сталей и сплавов цветных металлов.
24. Композитные материалы в авиастроении.
25. Композитные материалы в автомобилестроении.

26. Особенности взаимодействия силикатных материалов с водой. Характеристика водородной связи.
27. Влияние поверхностной диффузии на разрушение неметаллического материала.
28. Особенности взаимодействия полимерных материалов с водой. Особенности гидролиза полимерных материалов.
29. Особенности взаимодействия композитных материалов с водой. Изотерма сорбции воды.
30. Влияние морфологии на водостойкость полимерных материалов. Набухание полимера.
31. Влияние воды на устойчивость бетонных композиций. Характеристика водородной связи.
32. Особенности взаимодействия силикатных материалов с органическими растворителями.
33. Особенности взаимодействия полимерных материалов с органическими растворителями.
34. Особенности взаимодействия композитных материалов с органическими растворителями.
35. Особенности взаимодействия силикатных материалов с расплавами металлов и солей.
36. Особенности взаимодействия полимерных материалов с расплавами металлов и солей.
37. Особенности взаимодействия композитных материалов с расплавами металлов и солей.
38. Особенности взаимодействия силикатных материалов с газами.
39. Особенности взаимодействия полимерных материалов с газами.
40. Особенности взаимодействия композитных материалов с газами.
41. Окислительная деструкция полимеров.
42. Особенности взаимодействия силикатных материалов с газами при высоких температурах.
43. Особенности взаимодействия силикатных материалов с водородом при высоких температурах.

44. Особенности взаимодействия силикатных материалов с хлором при высоких температурах.
45. «Рост бетона», чем он опасен.
46. Три механизма переноса газов в неметаллических материалах.
47. Термостойкость и теплостойкость полимерных материалов.
48. Факторы, влияющие на растворимость полимерного материала.
49. Влияние химического состава силикатного материала на его стойкость по отношению к растворам электролитов.
50. Основные направления защиты от коррозионных разрушений неметаллических материалов.

Максимальное количество баллов за *зачет с оценкой* – 40 баллов.

8.3.1. Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (зачет с оценкой)

Билет включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Стекло. Механические и оптические свойства. Кроны и флинты.
2. Три механизма переноса газов в неметаллических материалах.
3. Свойства полимеров, обусловленные их структурой. Пояснить на примере рисунка.
4. Особенности гидролиза полимерных материалов.
5. Термостойкость и теплостойкость полимерных материалов.
6. Факторы влияющие на растворимость полимерного материала.
7. Влияние химического состава силикатного материала на его стойкость по отношению к растворам электролитов.
8. Основные направления защиты от коррозионных разрушений неметаллических материалов.
9. Изотерма сорбции воды на примере различных материалов. Пояснить на примере рисунка.
10. Влияние морфологии на водостойкость полимерных материалов. Набухание полимера.
11. Особенности взаимодействия силикатных материалов с газами.
12. Три механизма переноса газов в неметаллических материалах.
13. Влияние воды на устойчивость бетонных композиций. Характеристика водородной связи.
14. Особенности взаимодействия силикатных материалов с органическими растворителями.
15. Окислительная деструкция полимеров.
16. Силикатные материалы, используемые для футеровки печей в сталелитейном производстве.
17. Термостойкость и теплостойкость полимерных материалов.
18. Основные направления защиты от коррозионных разрушений неметаллических материалов.
19. Кислотоупорная керамика и фарфор.
20. Классификация основных типов современных конструкционных и функциональных неметаллических материалов и композитов.

21. Факторы, влияющие на растворимость полимера.
22. Три физических состояния полимера.
23. Механические свойства полимеров.
24. Химические свойства полимеров.
25. Электрические свойства полимеров.
26. Термопластичные свойства полимера. Пояснить на примере возможных структур.
27. Термореактивные полимеры. Пояснить на примере возможных структур.
28. Особенности переработки термопластичных и термореактивных полимеров.
29. Биоразложение полиэтилена. Проблемы и способы их решения.
30. Поведение полипропилена в различных агрессивных средах.
31. Свойства поливинилхлорида.
32. Области применения полистирольных пластиков.
33. Фторопласты. Свойства и области применения.
34. Полиамиды и полиуретаны. Свойства и области применения.
35. Основное преимущество кремнийорганических смол в ряду других полимеров.
36. Газонаполненные полимеры. Пенопласты и поропласты.
37. Эластомеры. Путь от каучука к резине.
38. Классификация композитов по виду армирующего наполнителя.
39. Классификация композитов по способу получения.
40. Волокнистые и слоистые композиции. Анизотропия свойств.
41. Композиты, упрочнённые частицами и нанокомпозиты. Область применения и свойства.
42. Полимерные композиционные материалы.
43. Композиты на основе керамической матрицы. Свойства и области применения.
44. Композиты оксид-оксид. Свойства и области применения.
45. Углепластики. Свойства и области применения.
46. Боропластики. Свойства и области применения.
47. Керметы. Свойства и области применения.
48. Минералокерамические материалы. Микролит.
49. Композиционные материалы с металлической матрицей.
50. Свойства каменного литья (базальта).

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена

Зачет с оценкой по дисциплине «Химическое сопротивление неметаллических материалов» проводится в 3 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1 и 2 рабочей программы дисциплины. Билет для **зачета с оценкой** состоит из 2-х вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **зачета с оценкой**:

«Утверждаю» Зав кафедрой ИМиЗК Т.А. Ваграмян	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра инновационных материалов и защиты от коррозии
	Направление подготовки магистров 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов Магистерская программа «Инновационные материалы и защита от коррозии»

Дисциплина «Химическое сопротивление неметаллических материалов»	
Билет № 1	
1.	Гидравлические минеральные неорганические вяжущие вещества, бетоны.
2.	Влияние морфологии на водостойкость полимерных материалов.

Оценочный материал для экзамена

Вопрос	1	2	Σ
Баллы	20	20	40

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

А. Основная литература

1. Солнцев, Ю. П. Специальные материалы в машиностроении : учебник / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, В. Ю. Пириайнен. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 664 с. – ISBN 978-5-8114-3921-8. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/206546> 644 с.
2. Василенко О.А., Коршак Ю.В. Химическая стойкость полимерных материалов: Учебно-методические и методические пособия вуза - М.: Издательство РХТУ, 2020. - 110 с.

Б. Дополнительная литература

1. Улиг Г.Г., Ревя Р.У. Коррозия и борьба с ней. Введение в коррозионную науку и технику: Пер. с англ./Под ред. А.М. Сухотина. Л.: Химия, 1989. – 456 с.
2. Коррозия и защита от коррозии : учеб. пособие для вузов / И.В. Семенова , Г.М. Флорианович, А.В. Хорошилов; Под ред. И.В. Семеновой. – М. : Физматлит, 2002. – 336 с.
3. Шевченко А.А. Химическое сопротивление неметаллических материалов и защита от коррозии : учебное пособие. – М. : Химия ; М. : КолосС, 2004. – 248 с.
4. Смолич А.К., Бурлов В.В. Химическая стойкость материалов в средах нефтехимии и нефтепереработки. Справочник. М.: «Научные основы технологии». 2012. Том 1: 390 с.; том 2: 382 с. ЭБС ЛАНЬ

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Раздаточный иллюстративный материал к лекциям
2. Презентации к лекциям
3. Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ

Журналы

1. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. ISSN 1996-3955.
2. Журнал прикладной химии. ISSN 0044-4618.
3. Applied Surface Science. ISSN 0169-4332.
4. Физикохимия поверхности и защита материалов (с 2008 г.). ISSN 0044-1856.
5. Стандарты и качество. ISSN 0038-9692.
6. Surface and Coatings Technology. ISSN 0257-8972.
7. Приборы. ISSN 2071-7865.

Интернет-ресурсы

1. <http://bookfi.org/g/> - BookFinder. Самая большая электронная библиотека рунета. Поиск книг и журналов
2. <http://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека
3. <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека России
4. <http://lib.msu.ru> - Научная библиотека Московского государственного университета
5. <http://window.edu.ru> - Полнотекстовая библиотека учебных и учебно-методических материалов
6. <http://www.fips.ru/cdfi/fips2009.dll> - Сайт ФИПС. Информация о патентах
7. <http://findebookee.com/> - поисковая система по книгам
8. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека.

9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации рабочей программы подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- компьютерные презентации интерактивных лекций;
- банк заданий для промежуточного контроля освоения дисциплины.

10. 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 01.01.2023 составляет 1 727 628 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.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «*Химическое сопротивление неметаллических материалов*» проводятся в очной форме и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран. Специализированное оборудование для проведения лабораторных работ.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплект презентаций к лекционным курсам; наборы образцов различных материалов и покрытий.

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

Персональные компьютеры, локальная сеть с выходом в интернет. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы: информационно-методические материалы, учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционной дисциплины; раздаточный материал к практическим занятиям по дисциплине. электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционной дисциплины; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтер, проектор, экран; копировальный аппарат; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Материалы, используемые в технике. Введение. Требования к перспективным неметаллическим материалам. Классификация основных типов современных конструкционных и функциональных неметаллических материалов и композитов.	<i>Знает:</i> - современные и перспективные конструкционные и функциональные неметаллические материалы; - свойства различных групп неметаллических материалов; - основные коррозионные среды, способные ухудшать свойства неметаллического материала в процессе его эксплуатации; - области применения неметаллических материалов; - сущность процессов коррозионного разрушения материалов и перспективные методы защиты неметаллических материалов от коррозии. <i>Умеет:</i> - связывать физические и химические свойства материалов и процессы, протекающие в них с их коррозионной стойкостью при взаимодействии с различными агрессивными средами;	Оценка за контрольную работу №1 Оценка за реферат Оценка за экзамен

	- анализировать свойства материалов; - использовать знания теоретических основ материаловедения и технологии современных материалов при решении конкретных прикладных задач защиты от коррозионных разрушений; - анализировать причины ухудшения эксплуатационных свойств материалов и предлагать обоснованные варианты их улучшения. <i>Владеет:</i> - навыками выбора рационального метода защиты материала в зависимости от функционального назначения материалов и технологических требований к изделию; - навыками подбора рациональной защиты материала от коррозионного разрушения с целью продления его срока службы; - современными информационно-коммуникационными технологиями и средствами при разработке технологических процессов защиты современных материалов от коррозионного разрушения; - навыками работы с научно-технической литературой и нормативной документацией в области материаловедения и защиты от коррозии, а также способностями собирать, анализировать, обобщать научно-техническую информацию по тематике исследования.	
Раздел 2. Взаимодействие неметаллических материалов с различными коррозионными средами	<i>Знает:</i> - современные и перспективные конструкционные и функциональные неметаллические материалы; - свойства различных групп неметаллических материалов; - основные коррозионные среды, способные ухудшать свойства неметаллического материала в процессе его эксплуатации; - области применения неметаллических материалов; - сущность процессов коррозионного разрушения материалов и	Оценка за контрольную работу № 2 Оценка за реферат Оценка за экзамен

	перспективные методы защиты неметаллических материалов от коррозии. <i>Умеет:</i> - связывать физические и химические свойства материалов и процессы, протекающие в них с их коррозионной стойкостью при взаимодействии с различными агрессивными средами; - анализировать свойства материалов; - использовать знания теоретических основ материаловедения и технологии современных материалов при решении конкретных прикладных задач защиты от коррозионных разрушений; - анализировать причины ухудшения эксплуатационных свойств материалов и предлагать обоснованные варианты их улучшения. <i>Владеет:</i> - навыками выбора рационального метода защиты материала в зависимости от функционального назначения материалов и технологических требований к изделию; - навыками подбора рациональной защиты материала от коррозионного разрушения с целью продления его срока службы; - современными информационно-коммуникационными технологиями и средствами при разработке технологических процессов защиты современных материалов от коррозионного разрушения; - - навыками работы с научно-технической литературой и нормативной документацией в области материаловедения и защиты от коррозии, а также способностями собирать, анализировать, обобщать научно-техническую информацию по тематике исследования.	
--	--	--

13. 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 высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- 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 дисциплины
«Химическое сопротивление неметаллических материалов»**

**основной образовательной программы
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов
Магистерская программа «Инновационные материалы и защита от коррозии»**

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		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»**

«УТВЕРЖДЕНО»

на заседании Ученого совета
протокол № 1 от «29» августа 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Гальванотехника и обработка поверхности»

**Направление подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии
материалов**

**Магистерская программа – «Инновационные материалы и
защита от коррозии»**

Квалификация «магистр»

Москва 2024

Программа составлена профессором кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии Григорян Н.С. и доцентом кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии А.А. Абрашовым

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии

«12» апреля 2024 г., протокол № 8.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **22.04.01 Материаловедение и технологии материалов** (ФГОС ВО), рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины **кафедрой инновационных материалов и защиты от коррозии** РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение одного семестра.

Дисциплина **«Гальванотехника и обработка поверхности»** относится к вариативной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области материаловедения, теоретических основ электроосаждения металлов и сплавов, а также защиты от коррозии.

Цель дисциплины – приобретение студентами знаний в области электроосаждения и химического осаждения металлов и сплавов, а также конверсионных покрытий, рассмотрение физико-химических основ и особенностей указанных процессов.

Задачи дисциплины – изучение сравнительных технологических и экологических характеристик и особенностей различных электролитов, применяемых для осаждения металлов, сплавов и конверсионных покрытий;

- изучение качества и свойств получаемых покрытий в зависимости от составов электролитов и технологических параметров.

Дисциплина **«Гальванотехника и обработка поверхности»** преподается во 2 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения**:

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Участие в организации и проведении проектов, исследований и разработок новых материалов и композиций, научных и прикладных экспериментов по созданию новых процессов получения и обработки материалов, а также изделий	Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами	ПК-4. Способен оценить факторы, причины и следствия коррозии различных материалов и покрытий, осуществлять комплексный анализ коррозионного состояния оборудования и эффективности способов защиты от коррозии, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов	ПК-4.3. Владеет навыками определения коррозионной стойкости, защитной способности металлических и неметаллических материалов и покрытий	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по электрохимической защите от коррозии линейных сооружений и объектов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.10.2021 №714н. Д Управление системой электрохимической защиты линейных сооружений и объектов (уровень квалификации – 7) Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки,

				сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
Участие в организации и проведении проектов, исследований и разработок новых материалов и композиций, научных и прикладных экспериментов по созданию новых процессов получения и обработки материалов, а также изделий	Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы управления технологическими процессами	ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять технологические процессы в области защиты от коррозии; осуществлять выбор материалов для изготовления основного и вспомогательного оборудования и коммуникационных сетей	ПК-5.1. Знает методы и виды коррозионной защиты материалов, конструкций и сооружений, требования к системам противокоррозионной защиты и способы их реализации ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические процессы в области защиты от коррозии, определять пригодность поверхности к обработке с целью придания требуемых функциональных свойств ПК-5.3. Владеет навыками подготовки поверхности к нанесению покрытий, контроля их качества,	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по электрохимической защите от коррозии линейных сооружений и объектов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.10.2021 №714н. D Управление системой

			принятия решений по компоновке линий нанесения защитных металлических и неметаллических покрытий	электрохимической защиты линейных сооружений и объектов (уровень квалификации – 7) Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
Участие в организации и проведении проектов, исследований и разработок новых материалов и композиций, научных и прикладных экспериментов по созданию новых процессов	Технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления; системы	ПК-6 Способен определять функциональные и коррозионные характеристики оборудования, материалов и покрытий, определять их соответствие заявленным потребительским характеристикам; осуществлять контроль	ПК-6.1. Знает требования к функциональным и коррозионным характеристикам оборудования, материалов и покрытий, способы контроля, а также регламентирующие их нормативные документы. ПК-6.2. Умеет оценивать соответствие технологического процесса в области защиты от коррозии, а также материалов и	Анализ требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к выпускникам направления подготовки на рынке труда, обобщение зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которой востребованы выпускники в рамках направления подготовки Профессиональный стандарт «Специалист по электрохимической

получения и обработки материалов, а также изделий	управления технологическими процессами	качества материалов и покрытий с применением известных и модифицированных методов испытаний	оборудования современным требованиям с учетом экологической безопасности.	защите от коррозии линейных сооружений и объектов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.10.2021 №714н. Д Управление системой электрохимической защиты линейных сооружений и объектов (уровень квалификации – 7) Профессиональный стандарт «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3.07.2019 № 477н. В Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов (уровень квалификации – 7)
---	--	---	---	---

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

Знать:

- виды, основные характеристики, назначение и области применения гальванических металлических и неметаллических покрытий;
- основные требования, предъявляемые к гальваническим металлическим и неметаллическим покрытиям;
- технологические процессы нанесения основных металлических и неметаллических покрытий;

Уметь:

- определять физико-химические и механические свойства покрытий, в т. ч. их коррозионную стойкость и защитную способность, анализировать и обобщать полученные результаты, а также прогнозировать на их основе поведение материала в конкретных условиях применения;
- определять технологические характеристики электролитов и растворов, такие как выход по току, стабильность при старении и в ходе эксплуатации, выбирать оптимальные покрытия и электролиты для их осаждения в зависимости от назначения и условий эксплуатации для конкретных условий применения;

Владеть:

- навыками осаждения металлических и конверсионных защитных покрытий;
- навыками проведения коррозионных испытаний покрытий;
- навыками разработки технологических процессов осаждения металлических и неметаллических покрытий.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
Общая трудоемкость дисциплины	6	216	162
Контактная работа – аудиторные занятия:	1,41	51	38,25
в том числе в форме практической подготовки	0,47	17	12,75
Лекции	0,5	18	13,5
Практические занятия (ПЗ)	0,44	16	12
Лабораторные работы (ЛР)	0,47	17	12,75
в том числе в форме практической подготовки	0,47	17	12,75
Самостоятельная работа	3,59	129	96,75
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2,59	129	96,75
Вид контроля:			
Экзамен	1	36	УП
Контактная работа – промежуточная аттестация	1	0,4	0,3
Подготовка к экзамену.		35,6	26,7
Вид итогового контроля:	Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов								
		Всего	в т.ч. в форме пр. подг.	Лекции	в т.ч. в форме пр. подг.	Прак. зан.	в т.ч. в форме пр. подг.	Лаб. работы	в т.ч. в форме пр. подг.	Сам. работа
1.	Раздел 1. Подготовка металлических и неметаллических поверхностей к гальванической обработке	48	-	4	-	2	-	-	-	42
1.1	Механическая подготовка поверхности металлов.	11	-	0,5	-	0,5	-	-	-	10
1.2	Химическая и электрохимическая очистка поверхности изделий. Химическое обезжиривание. Электрохимическое обезжиривание.	11,5	-	1	-	0,5	-	-	-	10
1.3	Химическое травление и электрохимическое травление черных металлов.	11	-	0,5	-	0,5	-	-	-	10
1.4	Особенности подготовки к гальванической обработке поверхности активных металлов и сплавов (алюминий, ЦАМ, титан, магний и сплавы).	14,5	-	2	-	0,5	-	-	-	12
2.	Раздел 2. Электроосаждение металлов и сплавов	69	9	8	-	8	-	9	9	44
2.1	Цинкование и кадмирование.	16	3	2	-	2	-	3	3	9
2.2	Меднение.	16	3	2	-	2	-	3	3	9
2.3	Электролитическое никелирование.	14	3	1	-	1	-	3	3	9
2.4	Химическое никелирование.	11	-	1	-	1	-	-	-	9

2.5	Электролитическое хромирование.	12	–	2	-	2	-	-	-	8
	Раздел 3. Конверсионные покрытия	63	8	6	-	6	-	8	8	43
3.1	Хроматная и хромитная пассивация цинковых и кадмиевых покрытий.	14,5	2	1,5	-	1	-	2	2	10
3.2	Оксидирование (воронение) стали.	13,5	–	1,5	-	1	-	-	-	11
3.3	Оксидирование алюминия. Анодное оксидирование алюминия и его сплавов.	17,5	3	1,5	-	2	-	3	3	11
3.4	Фосфатирование.	17,5	3	1,5	-	2	-	3	3	11
	ИТОГО	180	17	18	-	16	-	17	17	129
	Экзамен	36								
	ИТОГО	216								

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Подготовка металлических и неметаллических поверхностей к гальванической обработке.

Механическая подготовка поверхности металлов. Химическая и электрохимическая очистка поверхности изделий. Химическое обезжиривание. Электрохимическое обезжиривание. Химическое травление и электрохимическое травление черных металлов. Особенности подготовки к гальванической обработке поверхности активных металлов и сплавов (алюминий, ЦАМ, титан, магний и сплавы).

Раздел 2. Электроосаждение металлов и сплавов

Цинкование и кадмирование. Свойства, назначение и области применения цинковых и кадмиевых покрытий. Поведение цинковых и кадмиевых покрытий в различных коррозионных средах, в наружной атмосфере и внутри помещений. Влияние составов электролитов, параметров осаждения цинковых и кадмиевых покрытий и способов их нанесения на свойства покрытий. Методы цинкования. Сравнительная характеристика электролитов цинкования. Кислые электролиты. Щелочные цианидные электролиты. Щелочные бесцианидные (цинкатные) электролиты. Электролиты кадмирования. Последующая пассивирующая обработка цинковых и кадмиевых покрытий. Сплавы на основе цинка.

Меднение. Свойства, назначение и области применения медных покрытий. Электролиты для осаждения медных покрытий. Серноокислые электролиты. Борфтористоводородные электролиты. Цианидные электролиты. Аммиачные электролиты. Пирофосфатные электролиты. Электролиты меднения на основе комплексных соединений с органическими лигандами. Сплавы на основе меди.

Электролитическое никелирование. Свойства, назначение и области применения никелевых покрытий. Электролиты для осаждения никелевых покрытий. Серноокислые электролиты. Сульфаминовые электролиты. Вредные примеси в никелевых электролитах. Анодный процесс.

Химическое никелирование. Свойства химических никелевых покрытий. Механизм процесса, зависимость скорости осаждения от состава раствора и параметров процесса.

Электролитическое хромирование. Свойства, назначение и области применения хромовых покрытий. Особенности процесса хромирования. Электролиты для осаждения хромовых покрытий. Аноды. Интенсификация процесса хромирования. Удаление хромовых покрытий.

Раздел 3. Конверсионные покрытия

Хроматная и хромитная пассивация цинковых и кадмиевых покрытий.

Оксидирование (воронение) стали. Оксидирование алюминия. Анодное оксидирование алюминия и его сплавов. Состав, свойства, назначение и области применения оксидных покрытий. Механизм формирования анодных пленок. Сравнительная характеристика электролитов. Последующая обработка оксидных пленок.

Фосфатирование. Типы фосфатных покрытий. Теоретические основы фосфатирования, состав, свойства, назначение и области применения фосфатных покрытий. Растворы фосфатирования. Подготовка поверхности перед фосфатированием. Особенности стадии активации в процессе фосфатирования. Последующая обработка фосфатных покрытий.

5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
	Знать:			
1	– виды, основные характеристики, назначение и области применения гальванических металлических и неметаллических покрытий;	+	+	+
2	– основные требования, предъявляемые к гальваническим металлическим и неметаллическим покрытиям;	+	+	+
3	– технологические процессы нанесения основных металлических и неметаллических покрытий;	+	+	+
	Уметь:			
4	– определять физико-химические и механические свойства покрытий, в т. ч. их коррозионную стойкость и защитную способность, анализировать и обобщать полученные результаты, а также прогнозировать на их основе поведение материала в конкретных условиях применения;	+	+	+
5	– определять технологические характеристики электролитов и растворов, такие как выход по току, стабильность при старении и в ходе эксплуатации, выбирать оптимальные покрытия и электролиты для их осаждения в зависимости от назначения и условий эксплуатации для конкретных условий применения;	+	+	+
	Владеть:			
6	– навыками осаждения металлических и конверсионных защитных покрытий;	+	+	+
7	– навыками проведения коррозионных испытаний покрытий;		+	+
8	– навыками разработки технологических процессов осаждения металлических и неметаллических покрытий.	+	+	+
В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие <i>(профессиональные)</i> компетенции и индикаторы их достижения:				
	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК		

16	– ПК-4. Способен оценить факторы, причины и следствия коррозии различных материалов и покрытий, осуществлять комплексный анализ коррозионного состояния оборудования и эффективности способов защиты от коррозии, выбирать оптимальный способ коррозионной защиты с применением современных технологий и инновационных материалов	– ПК-4.3. Владеет навыками определения коррозионной стойкости, защитной способности металлических и неметаллических материалов и покрытий		+	+
17	– ПК-5. Способен разрабатывать и внедрять технологические процессы в области защиты от коррозии; осуществлять выбор материалов для изготовления основного и вспомогательного оборудования и коммуникационных сетей	– ПК-5.1. Знает методы и виды коррозионной защиты материалов, конструкций и сооружений, требования к системам противокоррозионной защиты и способы их реализации; – ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологические процессы в области защиты от коррозии, определять пригодность поверхности к обработке с целью придания требуемых функциональных свойств; – ПК-5.3. Владеет навыками подготовки поверхности к нанесению покрытий, контроля их качества, принятия решений по компоновке линий нанесения защитных металлических и неметаллических покрытий;	+	+	+
18	– ПК-6. Способен определять функциональные и коррозионные характеристики оборудования, материалов и покрытий, определять их соответствие заявленным потребительским характеристикам; осуществлять контроль качества материалов и покрытий с применением известных и модифицированных методов испытаний	– ПК-6.1. Знает требования к функциональным и коррозионным характеристикам оборудования, материалов и покрытий, способы контроля, а также регламентирующие их нормативные документы. – ПК-6.2. Умеет оценивать соответствие технологического процесса в области защиты от коррозии, а также материалов и оборудования современным требованиям с учетом экологической безопасности.	+	+	+

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6.1. Практические занятия

Примерные темы практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Часы
1	1	Подготовка металлических и неметаллических поверхностей к гальванической обработке	2
2	2	Цинкование и кадмирование.	2
3	2	Меднение.	2
4	2	Электролитическое никелирование. Химическое никелирование.	2
5	2	Электролитическое хромирование.	2
6	3	Хроматная и хромитная пассивация цинковых и кадмиевых покрытий. Оксидирование (воронение) стали.	2
7	3	Оксидирование алюминия. Анодное оксидирование алюминия и его сплавов.	2
8	3	Фосфатирование.	2

6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «Гальванотехника и обработка поверхности».

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 20 баллов (максимально по 4 балла за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1.	1	Влияние различных факторов на шероховатость и блеск покрытий.	3
2.	2	Электролитическое цинкование	3
3.	2	Электролитическое никелирование	3
4.	2	Электролитическое меднение	3
5.	2	Электролитическое латунирование	3
6.	2	Химическое никелирование	3
7.	3	Оксидирование алюминия	3
8.	3	Фосфатирование	3
9.	3	Хроматная пассивация цинковых покрытий	2

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

– ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;

- посещение отраслевых выставок и семинаров;
- участие в семинарах РХТУ им. И. Менделеева по тематике дисциплины;
- подготовку к выполнению контрольных работ по материалу лекционного курса;
- подготовку к сдаче **экзамена** (2 семестр) 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 рабочей 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

Совокупная оценка по дисциплине складывается из оценок за выполнение контрольных работ (максимальная оценка 20 баллов), лабораторного практикума (максимальная оценка 20 баллов), реферата (максимальная оценка 20 баллов) и итогового контроля в форме **экзамена** (максимальная оценка 40 баллов).

8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы.

1. Горячее и электролитическое цинкование.
2. Сравнительное исследование бесцианидных кислых, слабокислых и щелочных электролитов цинкования.
3. Кадмирование высокопрочных и углеродистых сталей из бесцианидных электролитов
4. Никелирование в электролитах на основе электролита Уоттса с буфферизирующими и блескообразующими и др. добавками.
5. Химическое никелирование
6. Меднение стали из щелочного бесцианидного электролита.
7. Электроосаждение сплава цинк-олово
8. Электроосаждение сплава цинк-никель
9. Электролитическое латунирование из щелочного электролита
10. Электролитическое бронзирование из щелочного электролита на основе олова (IV)
11. Электролитическое бронзирование из щелочного электролита на основе олова (II)
12. Пассивация цинковых и кадмиевых покрытий в растворах на основе хрома (III)
13. Бесхроматная пассивация цинковых покрытий в церийсодержащих растворах
14. Бесхроматная пассивация цинковых покрытий в кремнийсодержащих растворах
15. Молибдатная пассивация цинковых покрытий
16. Растворы адгезионного кристаллического фосфатирования III поколения
17. Низкотемпературное кристаллическое фосфатирование
18. Адгезионные титан-, цирконий-содержащие покрытия
19. Аморфное адгезионное фосфатирование под ЛКП
20. Аморфное противокоррозионное фосфатирование
21. Бесхроматная пассивация фосфатных покрытий
22. Химическое и электрохимическое оксидирование стали
23. Электрохимическое оксидирование алюминия

8.2. Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения дисциплины

Для текущего контроля предусмотрена 1 контрольная работа. Максимальная оценка за контрольную работу 20 баллов-

Контрольная работа состоит из двух вопросов, предусматривающих развернутый ответ и относящихся к изучаемым разделам дисциплины.

1. Механические методы подготовки поверхности металлов перед гальвано-химической обработкой.

2. Химические и электрохимические методы подготовки поверхности перед гальвано-химической обработкой. Химическое и электрохимическое обезжиривание, травление. Особенности процессов при обработке сплавов на основе меди, цинка, алюминия, никеля.

3. Наводороживание и водородная хрупкость, способы их предотвращения и устранения. Основные закономерности и механизм наводороживания металла-основы и металла-покрытия при электроосаждении блестящих и матовых покрытий.

4. Электрохимическое меднение. Основные закономерности при электроосаждении меди из различных типов электролитов. Физико-химические и механические свойства покрытий.

5. Химическое меднение. Механизм процесса. Растворы химического меднения. Физико-химические и механические свойства покрытий.

6. Электрохимическое никелирование. Основные закономерности при электроосаждении никеля из различных типов электролитов. Физико-химические и механические свойства покрытий.

7. Химическое никелирование. Механизм процесса. Растворы химического никелирования. Физико-химические и механические свойства покрытий.

8. Электрохимическое хромирование. Физико-химические и механические свойства покрытий. Основные закономерности процесса хромирования. Электролиты хромирования.

9. Электрохимическое оловянирование и свинцевание. Основные закономерности при электроосаждении металлов из различных типов электролитов. Физико-химические и механические свойства покрытий.

10. Электрохимическое серебрение и золочение. Основные закономерности при электроосаждении металлов из различных типов электролитов. Физико-химические и механические свойства золотых, серебряных покрытий и сплавами на их основе.

11. Электрохимическое цинкование. Основные закономерности при электроосаждении цинка из различных типов электролитов. Физико-химические и механические свойства покрытий.

12. Электрохимическое кадмирование. Основные закономерности при электроосаждении кадмия из различных типов электролитов. Физико-химические и механические свойства покрытий.

13. Электроосаждение сплавов на основе цинка. Общие закономерности, составы электролитов и условия электролиза. Физико-химические и механические свойства покрытий.

14. Электроосаждение сплавов на основе меди. Общие закономерности, составы электролитов и условия электролиза. Физико-химические и механические свойства покрытий.

15. Электроосаждение сплавов на основе олова. Общие закономерности, составы электролитов и условия электролиза. Физико-химические и механические свойства покрытий.

16. Пассивация цинковых покрытий в растворах на основе шестивалентного хрома

17. Бесхроматная пассивация цинковых покрытий.

18. Фосфатирование сталей. Теоретические основы фосфатирования, состав, свойства, назначение и области применения фосфатных покрытий. Технологические стадии процесса фосфатирования. Составы фосфатирующих растворов для аморфного и кристаллического фосфатирования. Равновесные фосфатирующие растворы. Ускорители

фосфатирования. Особенности стадии активации при фосфатировании. Последующая обработка фосфатных покрытий.

19. Процессы анодного оксидирования алюминия и его сплавов. Механизм образования анодных пленок, их свойства и области применения. Электролиты анодирования.

20. Химическое оксидирование сталей.

8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (2 семестр – экзамен).

Билет включает контрольные вопросы по разделам 1,2 и 3 рабочей программы дисциплины и содержит 2 вопроса. 1 вопрос – 20 баллов, вопрос 2 – 20 баллов.

1. Разновидности и назначение гальванических покрытий. Выбор покрытий в зависимости от условий эксплуатации.

2. Механическая подготовка поверхности металлов.

3. Химическая и электрохимическая очистка поверхности изделий. Химическое обезжиривание. Электрохимическое обезжиривание. Химическое травление черных металлов. Химическое травление цветных металлов. Электрохимическое травление. Активирование. Промывка. Электрохимическое и химическое полирование.

4. Цинкование и кадмирование. Свойства, назначение и области применения цинковых и кадмиевых покрытий. Поведение цинковых и кадмиевых покрытий в различных коррозионных средах. Поведение цинковых и кадмиевых покрытий в наружной атмосфере. Поведение цинковых и кадмиевых покрытий внутри помещений. Влияние условий осаждения цинковых и кадмиевых покрытий и способов их нанесения на свойства покрытий. Методы цинкования. Сравнительная характеристика электролитов цинкования. Кислые электролиты. Щелочные цианидные электролиты. Щелочные бесцианидные (цинкатные) электролиты. Электролиты кадмирования. Последующая пассивирующая обработка цинковых и кадмиевых покрытий. Сплавы на основе цинка.

5. Меднение. Свойства, назначение и области применения медных покрытий. Электролиты для осаждения медных покрытий. Серноокислые электролиты. Меднение стали непосредственно из серноокислых электролитов. Борфтористоводородные электролиты. Цианидные электролиты. Аммиачные электролиты. Пирофосфатные электролиты. Электролиты меднения на основе комплексных соединений с органическими лигандами. Удаление медных покрытий. Сплавы на основе меди.

6. Электролитическое хромирование. Свойства, назначение и области применения хромовых покрытий. Особенности процесса хромирования. Электролиты для осаждения хромовых покрытий. Аноды. Интенсификация процесса хромирования. Удаление хромовых покрытий.

7. Хроматная и хромитная пассивация цинковых и кадмиевых покрытий.

8. Оксидирование (воронение) стали.

9. Оксидирование алюминия. Анодное оксидирование алюминия и его сплавов. Состав, свойства, назначение и области применения оксидных покрытий. Механизм формирования анодных пленок. Сравнительная характеристика электролитов. Последующая обработка оксидных пленок.

10. Фосфатирование. Типы фосфатных покрытий. Теоретические основы фосфатирования, состав, свойства, назначение и области применения фосфатных покрытий. Растворы фосфатирования. Подготовка поверхности перед фосфатированием. Особенности стадии активации в процессе фосфатирования. Последующая обработка фосфатных покрытий.

Максимальное количество баллов за **экзамен** – 40 баллов.

Фонд оценочных средств приведен в виде отдельного документа, являющегося неотъемлемой частью основной образовательной программы.

8.4. Структура и примеры билетов для экзамена (2 семестр).

Экзамен по дисциплине **«Гальванотехника и обработка поверхности»** проводится во 2 семестре и включает контрольные вопросы по разделам 1,2 и 3 рабочей программы дисциплины. Билет для **экзамена** состоит из 2 вопросов, относящихся к указанным разделам.

Пример билета для **экзамена**:

«Утверждаю» Зав. кафедрой Т.А. Ваграмян (Подпись) «__» _____ 2024 г.	Министерство науки и высшего образования РФ
	Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
	Кафедра инновационных материалов и защиты от коррозии
	22.04.01 Материаловедение и технологии материалов Программа – «Инновационные материалы и защита от коррозии»
	Гальванотехника и обработка поверхности
Экзаменационный билет № 1 1. Оксидирование (воронение) стали. 2. Химическое травление черных металлов. Химическое травление цветных металлов. Электрохимическое травление. Активирование.	

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Мирзоев, Р.А. Анодные процессы электрохимической и химической обработки металлов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р.А. Мирзоев, А.Д. Давыдов. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань. 2016. – 384 с.
2. Григорян Н.С., Абрашов А.А., Мазурова Д.В., Ваграмян Т.А. Защитные металлические и конверсионные покрытия. Лабораторный практикум. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2017. – 176 с.

Дополнительная литература

1. Абрашов А.А.; Григорян, Н.С. Ваграмян Т.А., Смирнов К.Н. Методы контроля и испытания электрохимических и конверсионных покрытий: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2019. 268 с.
2. «Прикладная электрохимия» (учебник). Под ред. д.т.н. проф. Томилова А.П. – 3-е. изд., перераб. – М.: Химия. 1984. 520 с.

9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

1. Раздаточный иллюстративный материал к лекциям
2. Презентации к лекциям
3. Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ

Журналы

1. Гальванотехника и обработка поверхности. ISSN 0869-5326

2. Журнал прикладной химии. ISSN 0044-4618
3. Applied Surface Science. ISSN 0169-4332
4. Физикохимия поверхности и защита материалов (с 2008 г.). ISSN 0044-1856
5. Стандарты и качество. ISSN 0038-9692
6. Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. ISSN 2073-0004
7. Surface and Coatings Technology. ISSN 0257-8972
8. Приборы. ISSN 2071-7865

Интернет-ресурсы

<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://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 (9 шт).

10. 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 01.01.2023 составляет 1 727 628 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.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Гальванотехника и обработка поверхности» проводятся в форме лекций, практических, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающегося.

11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе:

Электронные средства демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебная мебель.

Специализированное лабораторное исследовательское, испытательное и технологическое оборудование.

11.2. Учебно-наглядные пособия:

Комплект презентаций к лекциям; наборы образцов различных материалов и покрытий.

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

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами, проекторы, экраны; аудитории со стационарными комплексами отображения информации с любого электронного носителя; WEB-камеры; цифровой фотоаппарат; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплинам вариативной части программы; методические рекомендации к практическим занятиям; раздаточный материал к лекционным курсам; электронные учебные издания по дисциплинам вариативной части, научно-популярные электронные издания.

Электронные образовательные ресурсы: кафедральные библиотеки электронных изданий по дисциплинам вариативной части; электронные презентации к разделам лекционных курсов; учебно-методические разработки кафедры в электронном виде; буклеты и каталоги оборудования, справочники по сырьевым материалам, справочники по наилучшим доступным технологиям электрохимических производств; справочные материалы в печатном и электронном виде.

11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Полный перечень лицензионного программного обеспечения представлен в основной образовательной программе.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Раздел 1. Подготовка металлических и неметаллических поверхностей к гальванической обработке	<i>Знает:</i> – виды, основные характеристики, назначение и области применения гальванических металлических и неметаллических покрытий; – основные требования, предъявляемые к гальваническим	Оценка за контрольную работу Оценка за реферат

	металлическим и неметаллическим покрытиям; – технологические процессы нанесения основных металлических и неметаллических покрытий; <i>Умеет:</i> – определять физико-химические и механические свойства покрытий, в т. ч. их коррозионную стойкость и защитную способность, анализировать и обобщать полученные результаты, а также прогнозировать на их основе поведение материала в конкретных условиях применения; – определять технологические характеристики электролитов и растворов, такие как выход по току, стабильность при старении и в ходе эксплуатации, выбирать оптимальные покрытия и электролиты для их осаждения в зависимости от назначения и условий эксплуатации для конкретных условий применения; <i>Владеет:</i> – навыками осаждения металлических и конверсионных защитных покрытий; – навыками проведения коррозионных испытаний покрытий; – навыками разработки технологических процессов осаждения металлических и неметаллических покрытий.	Оценка за экзамен
Раздел 2. Электроосаждение металлов и сплавов	<i>Знать:</i> – виды, основные характеристики, назначение и области применения гальванических металлических и неметаллических покрытий; – основные требования, предъявляемые к гальваническим металлическим и неметаллическим покрытиям; – технологические процессы нанесения основных металлических и неметаллических покрытий; <i>Уметь:</i> – определять физико-химические и механические свойства покрытий, в т. ч. их коррозионную стойкость и	Оценка за контрольную работу Оценка за лабораторные работы Оценка за реферат Оценка за экзамен

	защитную способность, анализировать и обобщать полученные результаты, а также прогнозировать на их основе поведение материала в конкретных условиях применения; – определять технологические характеристики электролитов и растворов, такие как выход по току, стабильность при старении и в ходе эксплуатации, выбирать оптимальные покрытия и электролиты для их осаждения в зависимости от назначения и условий эксплуатации для конкретных условий применения; <i>Владеть:</i> – навыками осаждения металлических и конверсионных защитных покрытий; – навыками проведения коррозионных испытаний покрытий; – навыками разработки технологических процессов осаждения металлических и неметаллических покрытий.	
Раздел 3. Конверсионные покрытия исследования материалов	<i>Знать:</i> – виды, основные характеристики, назначение и области применения гальванических металлических и неметаллических покрытий; – основные требования, предъявляемые к гальваническим металлическим и неметаллическим покрытиям; – технологические процессы нанесения основных металлических и неметаллических покрытий; <i>Уметь:</i> – определять физико-химические и механические свойства покрытий, в т. ч. их коррозионную стойкость и защитную способность, анализировать и обобщать полученные результаты, а также прогнозировать на их основе поведение материала в конкретных условиях применения; – определять технологические характеристики электролитов и растворов, такие как выход по току, стабильность при старении и в	Оценка за контрольную работу Оценка за лабораторные работы Оценка за реферат Оценка за экзамен

	ходе эксплуатации, выбирать оптимальные покрытия и электролиты для их осаждения в зависимости от назначения и условий эксплуатации для конкретных условий применения; <i>Владеть:</i> – навыками осаждения металлических и конверсионных защитных покрытий; – навыками разработки технологических процессов осаждения металлических и неметаллических покрытий.	
--	--	--

13. 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 высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 28.12.2022, протокол № 5;

- 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 дисциплины
«Гальванотехника и обработка поверхности»**

**основной образовательной программы
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов**

«Инновационные материалы и защита от коррозии»

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.
		протокол заседания Ученого совета №_____от «___»_____20__г.



РХТУ им. Д.И. Менделеева
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец: Комарницкая Елена Анатольевна
Проректор по образованию,
Ректорат

Подписан: 01:09:2025 14:05:37