

**Рабочая программа дисциплины (модуля) «Строение вещества», включающая
оценочные и методические материалы**

1. Требования к результатам обучения по дисциплине (модулю)

1.1. Перечень компетенций, формируемых дисциплиной (модулем) в процессе освоения образовательной программы

Группа компетенций	Категория компетенций	Коды и содержание компетенций
Универсальные	-	-
Общепрофессиональные	-	-
Профессиональные	-	ПК-4. Способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

1.2. Компетенции и индикаторы их достижения, формируемых дисциплиной (модулем) в процессе освоения образовательной программы

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Содержание индикатора компетенции
ПК-4	ПК-4.1	Знает основные законы естественнонаучных дисциплин
	ПК-4.2	Умеет анализировать и находить основные законы естественнонаучных дисциплин, применяемые в конкретных ситуациях в профессиональной деятельности
	ПК-4.3	Владет навыками анализа и объяснения конкретных ситуаций в профессиональной деятельности с позиции основных законов естественнонаучных дисциплин

1.3. Результаты обучения по дисциплине (модулю)

Цель изучения дисциплины (модуля) – изучение вопросов теории химической связи и электронного строения молекул.

В результате изучения дисциплины (модуля) обучающийся должен

знать:

- основные составляющие межмолекулярных взаимодействий, строение конденсированных фаз (жидкостей, аморфных веществ, кристаллов и мезофаз) и их поверхностей;
- метод констант экранирования Слейтера;
- символику атомных термов;
- теоретические основы метода МО в варианте Хюккеля;

уметь:

- вычислять энергии электронов в многоэлектронных системах, проводить обозначения термов атомов в основном состоянии по их электронным формулам;
- представлять графически полярные диаграммы волновых функций;
- производить вычисления порядков связей, эффективных зарядов атомов;
- использовать основные понятия теории симметрии для интерпретации химической связи в комплексных соединениях;

владеть:

- четким представлением о результатах решения уравнения Шредингера для различных состояний электрона в одноэлектронных системах.

2. Объем, структура и содержание дисциплины (модуля)

2.1. Объем дисциплины (модуля)

Виды учебной работы	Формы обучения
	Очная
Общая трудоемкость: зачетные единицы/часы	3/108
Контактная работа:	80
Занятия лекционного типа	32
Занятия семинарского типа	32
Консультации	16

Промежуточная аттестация	зачет
Самостоятельная работа (СР)	28

2.2. Темы (разделы) дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества часов по формам образовательной деятельности

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Виды учебной работы (в часах)						
		Контактная работа						СР
		Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				
		Л	Иные	ПЗ	С	ЛР	Иные	
1.	Теория химического строения. Квантово-механическое описание атома водорода (одноэлектронных ионов) и многоэлектронных атомов	10	0	10	0	0	0	9
2.	Электронное строение атомов и Периодический закон	10	0	10	0	0	0	9
3.	Использование метода молекулярных орбиталей и теории симметрии для описания химической связи. Строение конденсированных фаз	12	0	12	0	0	0	10

Примечания:

Л – лекции, ПЗ – практические занятия, С – семинары, ЛР – лабораторные работы, СР – самостоятельная работа.

2.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) и видам работ

Содержание лекционного курса

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание лекционного курса
1.	Теория химического строения. Квантово-механическое описание атома водорода (одноэлектронных ионов) и многоэлектронных атомов	<p>1. Одноэлектронные волновые функции атома водорода. Квантовые состояния электрона. Решение уравнения Шредингера для одноэлектронного атома.</p> <p>Содержание понятий "строение вещества" и "структура вещества". Различные аспекты термина "строение молекул": топологический, геометрический, электронный и др. Упорядоченные и неупорядоченные структуры конденсированных фаз. Общий обзор методов экспериментального и теоретического изучения строения молекул и строения веществ.</p> <p>Основы классической теории химического строения. Основные положения классической теории химического строения. Молекулярные модели различного уровня в современной теории химического строения. Структурная формула и граф молекулы. Величины, определяющие геометрическую конфигурацию молекулы: межъядерные расстояния, валентные углы, двугранные и торсионные углы. Внутреннее вращение. Конформации молекул.</p> <p>Волновое уравнение Шредингера – основной постулат квантовой механики. Основные понятия и принципы квантовой химии.</p> <p>Результаты решения уравнения Шредингера для атома водорода. Преобразование координат и разделение</p>

		<p>переменных. Анализ Φ-, Θ- и радиального уравнений. Квантовые состояния электрона в атоме водорода. Спин электрона. Эксперимент Штерна и Герлаха.</p> <p>Волновые функции электрона в атоме водорода. Анализ радиальной и угловой составляющих собственных функций электронов в атоме водорода для различных значений n. Функции радиального и углового распределения вероятности электронов для различных состояний. Контурные и полярные диаграммы электронных плотностей для водородоподобных орбиталей. Симметрия атомных орбиталей.</p> <p>Механическая модель молекулы. Потенциалы парных взаимодействий. Метод молекулярной механики при анализе строения молекул.</p> <p>2. Метод Хартри-Фока. Волновые функции по Хартри-Фоку. Приближенный метод решения уравнения Шредингера и точность этого приближения. Рассмотрение движения электрона в определенном модельном потенциале.</p> <p>3. Многоэлектронные атомы и периодическая система химических элементов. Понятие о методе самосогласованного поля. Волновые функции Слейтера. Правила Слейтера. Расчет энергии электронов и энергии ионизации атомов с помощью метода констант экранирования.</p>
2.	Электронное строение атомов и Периодический закон	<p>1. Принцип Паули как фундаментальный принцип квантовой механики. Следствия из принципа Паули.</p> <p>2. Правила Хунда. Порядок заполнения орбиталей. Понятие мультиплетности. Понятие вырожденного состояния.</p> <p>3. Символика термов атомов. Атомные спектры и символы термов. Разрешенные энергетические состояния по Расселу-Саундерсу (l-s-«связь»). Понятие о j-j-«связи». Векторная модель атома. Электронные конфигурации атомов и обозначения их термов в основном состоянии.</p> <p>Электрические и магнитные свойства. Постоянные внешние электрическое и магнитное поля. Дипольный момент и поляризуемость молекул, магнитный момент и магнитная восприимчивость молекул. Эффекты Штарка и Зеемана. Магнитно-резонансные (ЭПР и ЯМР) методы исследования строения молекул. Оптические спектры молекул. Вероятности переходов и правила отбора при переходах между различными квантовыми состояниями молекул. Связь спектров молекул с их строением. Определение структурных характеристик молекул из спектроскопических данных.</p>
3.	Использование метода молекулярных орбиталей и теории симметрии для описания химической связи. Строение конденсированных фаз	<p>1. Понятие о приближенных способах решения уравнения Шредингера – методе возмущений и вариационном методе. Вековые уравнения. Теория молекулярных орбиталей. Симметрия, перекрывание орбиталей и контурные диаграммы электронной плотности для двух- и много атомных молекул. Теорема вириала. Сравнение методов МО и ВС.</p> <p>Метод МО в варианте Хюккеля. Топологические матрицы Хюккеля векового определителя. Расчет эффективных зарядов, порядков связей и индекса свободной валентности атомов с делокализованной π-связью. Порядок связи и межатомное расстояние.</p> <p>Соотношение между электронной плотностью, порядком связи и ее энергии. Понятие о расширенном методе Хюккеля. Использование метода Хюккеля в системах с гетероатомами.</p> <p>Потенциальные поверхности электронных состояний молекул. Их общая структура и различные типы. Равновесные конфигурации молекул. Структурная изомерия. Оптические изомеры. Колебания молекул. Среднеквадратичные смещения атомов (амплитуды колебаний). Нормальные колебания, частоты нормальных колебаний и частоты основных колебательных переходов. Колебания с большой амплитудой.</p>

		<p>Вращение молекул как целого. Различные типы молекулярных волчков. Электронное строение молекул. Молекулярные орбитали. Интерпретация строения молекул на основе орбитальных моделей.</p> <p>2. Основные элементы и операции симметрии. Группы симметрии. Классификация молекул по точечным группам симметрии.</p> <p>Общие свойства симметрии волновых функций и потенциальных поверхностей молекул. Классификация квантовых состояний молекул по симметрии. Симметрия атомных и молекулярных орбиталей.</p> <p>Влияние симметрии равновесной конфигурации ядер на свойства молекул и их динамическое поведение (дипольный момент и моменты инерции, форма нормальных колебаний, вырождение состояний, сохранение орбитальной симметрии при химических реакциях и т.п.). Орбитальные корреляционные диаграммы.</p> <p>3. Приводимые и неприводимые представления точечных групп симметрии. Матрицы преобразования и представление группы симметрии. Неприводимые представления и их обозначения по Малликену. Основные свойства неприводимых представлений. Таблицы характеров групп.</p> <p>4. Описание химической связи в комплексных соединениях с использованием теории кристаллического поля и теории поля лигандов.</p> <p>Теория кристаллического поля. Зависимость энергии расщепления лигандами d-орбиталей комплексообразователя от различных факторов. Энергия стабилизации кристаллическим полем лигандов в полях разной симметрии. Ковалентные связи в комплексах. Нефелоксетический ряд лигандов. Эффект Яна-Теллера и его влияние на свойства комплексных соединений.</p> <p>Применение теории симметрии для объяснения химической связи в комплексных соединениях. Теория поля лигандов. Молекулярные орбитали в комплексных ионах. Образование π-связи в комплексных ионах.</p> <p>Молекулы простых и координационных неорганических соединений. Полиядерные комплексные соединения. Хелаты. Строение органических соединений. Полиэдраны. Элементоорганические соединения. Металлоцены. Соединения включения (клатраты). Ротаксаны и катенаны. Фуллерены. Полимеры и биополимеры.</p> <p>5. Строение конденсированных фаз. Структурная классификация конденсированных фаз. Идеальные кристаллы. Кристаллы с неполной упорядоченностью. Доменные структуры. Жидкие кристаллы и другие мезофазы. Аморфные вещества. Жидкости. Особенности строения полимерных фаз. Строение жидкостей и аморфных веществ. Мгновенная и колебательно-усредненная структура жидкости. Ассоциаты и кластеры в жидкостях. Современные методы описания структуры жидкостей. Флуктуации и корреляционные функции. Специфика аморфного состояния. Структура простых жидкостей. Растворы неэлектролитов. Структура воды и водных растворов. Структура жидких электролитов. Мицеллообразование и строение мицелл.</p> <p>Строение мезофаз. Определение мезофаз. Методы изучения их структуры. Пластические кристаллы. Жидкие кристаллы (нематики, смектики, холестерики и др.). Жидкокристаллическое состояние в биологических системах. Строение кристаллов. Кристаллическая решетка и кристаллическая структура. Реальные кристаллы. Типы дефектов в реальных кристаллах. Симметрия кристаллов.</p>
--	--	--

		<p>Кристаллографические точечные группы симметрии, типы решеток, понятие о пространственных группах симметрии кристаллов. Атомные, ионные, молекулярные и другие типы кристаллов. Цепочечные, слоистые и каркасные структуры. Динамика кристаллической решетки. Фононный спектр. Строение твердых растворов. Упорядоченные твердые растворы.</p> <p>Поверхность конденсированных фаз. Особенности строения поверхности кристаллов и жидкостей. Структура границы раздела конденсированных фаз. Молекулы и кластеры на поверхности. Структура адсорбционных слоев.</p>
--	--	---

Содержание занятий семинарского типа

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Тип	Содержание занятий семинарского типа
1.	Теория химического строения. Квантово-механическое описание атома водорода (одноэлектронных ионов) и многоэлектронных атомов	ПЗ	Решение уравнение Шредингера для атома водорода. Квантовые состояния электрона в атоме водорода. Волновые функции Слейтера. Расчёт энергии электронов с помощью метода констант экранирования. Приближённые методы решения уравнения Шредингера.
2.	Электронное строение атомов и Периодический закон	ПЗ	Принцип Паули. Правило Хунда. Атомные спектры и символы термов. Расчёт эффективных зарядов, порядков связей и индекса свободной валентности атомов в молекулах.
3.	Использование метода молекулярных орбиталей и теории симметрии для описания химической связи. Строение конденсированных фаз	ПЗ	Классификация молекул по точечным группам симметрии. Применение метода МО для многоатомных молекул. Теория поля лигандов. Молекулярные орбитали в комплексных ионах.

Содержание самостоятельной работы

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание самостоятельной работы
1.	Теория химического строения. Квантово-механическое описание атома водорода (одноэлектронных ионов) и многоэлектронных атомов	Изучение лекционного материала, подготовка к занятиям семинарского типа, ознакомление и проработка рекомендованной литературы, работа с электронно-библиотечными системами
2.	Электронное строение атомов и Периодический закон	Изучение лекционного материала, подготовка к занятиям семинарского типа, ознакомление и проработка рекомендованной литературы, работа с электронно-библиотечными системами
3.	Использование метода молекулярных орбиталей и теории симметрии для описания химической связи. Строение конденсированных фаз	Изучение лекционного материала, подготовка к занятиям семинарского типа, ознакомление и проработка рекомендованной литературы, работа с электронно-библиотечными системами

3. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости (в том числе рубежного) и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

По дисциплине (модулю) предусмотрены следующие виды контроля качества освоения:

- текущий контроль успеваемости (в том числе рубежный);
- промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине (модулю).

3.1.1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости (в том числе рубежного) по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые темы (разделы)	Наименование оценочного средства
1.	Теория химического строения. Квантово-механическое описание атома водорода	Контрольная работа

	(одноэлектронных ионов) и многоэлектронных атомов	
2.	Электронное строение атомов и Периодический закон	Контрольная работа
3.	Использование метода молекулярных орбиталей и теории симметрии для описания химической связи. Строение конденсированных фаз	Контрольная работа

3.1.1. Типовые контрольные задания

Контрольная работа

Раздел 1. Квантово-механическое описание атома водорода (одноэлектронных ионов) и многоэлектронных атомов.

1. Кратко пояснить, что называется полярной диаграммой волновой функции. Построить полярную диаграмму волновой функции $2p_x$ на плоскости

$$\Psi_{2p_x} = R(r) \cdot \sqrt{\frac{3}{4\pi}} \cdot \sin \theta \cdot \cos \varphi$$

и изобразить полярную диаграмму волновой функции $3d_{xy}$ (без построения).

2. Используя правила Слейтера, вычислить $Z_{\text{эфф}}$ для следующих электронов:

- валентного электрона атома кальция;
- 4s-электрона атома марганца;
- 3d-электрона атома марганца;
- валентного электрона атома хлора.

3. Экспериментальное значение первой энергии ионизации атома гелия составляет 24,6 эВ. Вычислить константу экранирования для электрона оболочки $1s$.

4. Построить зависимость функции радиального распределения вероятности электрона от r для состояния $2s$. Использовать данные:

$$\Psi_{2s} = \frac{1}{4\sqrt{2\pi}d_0^3} \cdot (2d_0 - r) \cdot e^{-r/2d_0}.$$

Раздел 2. Электронное строение атомов и Периодический закон

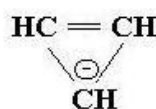
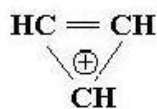
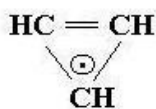
1. Указать число микросостояний для электронных конфигураций s^2 и d^{10} . Привести термы этих состояний.

2. Привести термы основного состояния для атомов (каждому студенту дается задание из восьми химических элементов).

3. Указать термы основного и возбужденного состояний для двух эквивалентных d -электронов (n – одинаково).

Раздел 3. Использование метода молекулярных орбиталей и теории симметрии для описания химической связи. Строение конденсированных фаз.

1. Составить систему вековых уравнений для следующих частиц:



и вычислить энергию соответствующих π -молекулярных орбиталей. Указать, какая из частиц является наиболее устойчивой.

2. Вычислить: а) порядок связей; б) электронную плотность (π -электронный заряд) каждого атома углерода; в) индексы свободной валентности атомов углерода в молекуле C_6H_6 .

3. Вычислить энергии π -МО в молекуле формальдегида. Использовать следующие параметры: $\alpha_0 = \alpha + 0,7\beta$; $\alpha_C = \alpha + 0,2\beta$; $\beta_{CO} = 1,1\beta$.

4. Используя таблицы характеров неприводимых представлений точечных групп,

осуществить приведение приводимых представлений T_5 и T_9 :

C_{2v}	E	C_2	σ_{xz}	σ_{yz}	C_{3v}	E	$2C_3$	$3\sigma_{xv}$
T_5	30	0	0	10	T_9	7	-2	1

5. Представить схему распределения электрона на σ -МО в октаэдрическом комплексе $[\text{Cr}(\text{CN})_6]^{3-}$.

Представить распределение электронов на d-орбиталях комплексообразователя в слабом тетраэдрическом поле лигандов для Ti^{3+} и Fe^{2+} и вычислить ЭСКП (в единицах Δ_T).

3.1.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости

Контрольная работа

Оценивается не только глубина знаний поставленных вопросов, но и умение изложить письменно.

Критерии оценивания: последовательность, полнота, логичность изложения, анализ различных точек зрения, самостоятельное обобщение материала. Изложение материала без фактических ошибок.

Оценка «отлично» ставится в случае, когда соблюдены все критерии.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, знает практическую базу, но допускает несущественные погрешности.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении материала, затрудняется с ответами, показывает отсутствие должной связи между анализом, аргументацией и выводами.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся не отвечает на поставленные вопросы.

3.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

3.2.1. Задания и/или иные материалы для проведения промежуточной аттестации

1. Основные положения классической теории химического строения.
2. Структурная формула и граф молекулы. Величины, определяющие геометрическую конфигурацию молекулы: межъядерные расстояния, валентные углы, двугранные и торсионные углы. Внутреннее вращение. Конформации молекул.
3. Результаты решения уравнения Шредингера для атома водорода.
4. Квантовые состояния электрона в атоме водорода. Спин электрона.
5. Волновые функции по Хартри-Фоку.
6. Волновые функции Слейтера. Правила Слейтера. Расчет энергии электронов и энергии ионизации атомов с помощью метода констант экранирования.
7. Принцип Паули и следствия из него.
8. Правила Хунда. Порядок заполнения орбиталей. Понятие мультиплетности. Понятие вырожденного состояния.
9. Атомные спектры и символы термов. Разрешенные энергетические состояния по Расселу-Саундерсу.
10. Векторная модель атома. Электронные конфигурации атомов и обозначения их термов в основном состоянии.
11. Оптические спектры молекул. Вероятности переходов и правила отбора при переходах между различными квантовыми состояниями молекул. Связь спектров молекул с их строением.
12. Вековые уравнения. Теория молекулярных орбиталей. Симметрия, перекрывание орбиталей и контурные диаграммы электронной плотности для двух- и много атомных молекул. Теорема вириала.

13. Метод МО в варианте Хюккеля. Топологические матрицы Хюккеля векового определителя.
 14. Расчет эффективных зарядов, порядков связей и индекса свободной валентности атомов с делокализованной π -связью. Порядок связи и межатомное расстояние.
 15. Использование метода Хюккеля в системах с гетероатомами.
 16. Потенциальные поверхности электронных состояний молекул. Равновесные конфигурации молекул. Структурная изомерия. Оптические изомеры. Колебания молекул.
 17. Группы симметрии. Классификация молекул по точечным группам симметрии.
 18. Неприводимые представления и их обозначения по Малликену. Таблицы характеров групп.
 19. Теория кристаллического поля. Зависимость энергии расщепления от различных факторов. ЭСКП лигандов в полях разной симметрии.
 20. Эффект Яна-Теллера и его влияние на свойства комплексных соединений.
 21. Теория поля лигандов. Молекулярные орбитали в комплексных ионах. Образование π -связи в комплексных ионах.
 22. Структурная классификация конденсированных фаз. Идеальные кристаллы. Кристаллы с неполной упорядоченностью.
 23. Жидкие кристаллы и другие мезофазы. Особенности строения полимерных фаз.
 24. Строение жидкостей и аморфных веществ. Мгновенная и колебательно-усредненная структура жидкости.
 25. Растворы неэлектролитов. Структура воды и водных растворов.
 26. Структура жидких электролитов.
 27. Строение мезофаз. Пластические и жидкие кристаллы.
 28. Кристаллическая решетка и кристаллическая структура. Реальные кристаллы. Типы дефектов. Симметрия кристаллов.
- 3.2.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков в ходе промежуточной аттестации**

Процедура оценивания знаний (тест)

Предлагаемое количество заданий	20
Последовательность выборки	Определена по разделам
Критерии оценки	- правильный ответ на вопрос
«5» если	правильно выполнено 90-100% тестовых заданий
«4» если	правильно выполнено 70-89% тестовых заданий
«3» если	правильно выполнено 50-69% тестовых заданий

Процедура оценивания знаний (устный ответ)

Предел длительности	10 минут
Предлагаемое количество заданий	2
Последовательность выборки вопросов из каждого раздела	Случайная
Критерии оценки	- требуемый объем и структура - изложение материала без фактических ошибок - логика изложения - использование соответствующей терминологии - стиль речи и культура речи - подбор примеров их научной литературы и практики
«5» если	требования к ответу выполнены в полном объеме
«4» если	в целом выполнены требования к ответу, однако есть небольшие неточности в изложении некоторых вопросов
«3» если	требования выполнены частично – не выдержан объем, есть фактические ошибки, нарушена логика изложения, недостаточно используется соответствующая терминология

Процедура оценивания умений и навыков (решение проблемно-аналитических и практических учебно-профессиональных задач)

Предлагаемое количество заданий	1
Последовательность выборки	Случайная

Критерии оценки:	<ul style="list-style-type: none"> - выделение и понимание проблемы - умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения - полнота использования источников - наличие авторской позиции - соответствие ответа поставленному вопросу - использование социального опыта, материалов СМИ, статистических данных - логичность изложения - умение сделать квалифицированные выводы и обобщения с точки зрения решения профессиональных задач - умение привести пример - опора на теоретические положения - владение соответствующей терминологией
«5» если	требования к ответу выполнены в полном объеме
«4» если	в целом выполнены требования к ответу, однако есть небольшие неточности в изложении некоторых вопросов. Затрудняется в формулировании квалифицированных выводов и обобщений
«3» если	требования выполнены частично – пытается обосновать свою точку зрения, однако слабо аргументирует научные положения, практически не способен самостоятельно сформулировать выводы и обобщения, не видит связь с профессиональной деятельностью

4. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

4.1. Электронные и (или) печатные учебные издания

1. Ермаков, А. И. Квантовая механика и квантовая химия. В 2 ч. Часть 2. Квантовая химия : учебник и практикум для вузов / А. И. Ермаков. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 402 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00128-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/538518>.
2. Строение вещества и химическая связь : учебное пособие (лабораторный практикум) / авт.-сост. А. В. Блинов, А. А. Блинова, М. А. Ясная [и др.]. - Ставрополь : Изд-во СКФУ, 2022. - 114 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2133570>. – Режим доступа: по подписке.
3. Цирельсон, В. Г. Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела : учебное пособие для вузов / В. Г. Цирельсон. - 5-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 522 с. - (Учебник для высшей школы). - ISBN 978-5-93208-518-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1984036>. – Режим доступа: по подписке.

4.2. Электронные образовательные ресурсы

1. Электронная библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» Biblio-online.ru (ЭБС «Юрайт») [Электронный ресурс]. – URL: <https://urait.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система ZNANIUM [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/>.
3. Электронная библиотечная система «Консультант студента» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/>.
4. e-Library.ru: Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – URL: <http://elibrary.ru/>.
5. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]. – URL: <http://cyberleninka.ru/>.
6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – URL: <http://window.edu.ru/>.
7. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. – URL: <http://fcior.edu.ru/>.

4.3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к ниже следующим современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам:

1. Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс]. – URL: <http://dic.academic.ru>.
2. Система информационно-правового обеспечения «Гарант» [Электронный ресурс]. – <http://www.garant.ru/>.

4.4. Комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Лицензионное программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных приложений Microsoft Office.
2. Свободно распространяемое программное обеспечение: свободные пакеты офисных приложений Apache Open Office, LibreOffice.
3. Программное обеспечение отечественного производства: справочно-правовая система «Гарант» (Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ»), образовательная платформа ЮРАЙТ (Электронная библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» Biblio-online.ru (ЭБС «Юрайт»)), электронно-библиотечная система ZNANIUM, электронная библиотечная система «Консультант студента».

4.5. Оборудование и технические средства обучения

Для реализации дисциплины (модуля) используются учебные аудитории для проведения учебных занятий, которые оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, и помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду РХТУ им. Д.И. Менделеева. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

Наименование учебных аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы*	Оснащенность учебных аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы оборудованием и техническими средствами обучения
Учебные аудитории для проведения учебных занятий	Учебная аудитория укомплектована специализированной мебелью, отвечающей всем установленным нормам и требованиям, оборудованием и техническими средствами обучения (мобильное мультимедийное оборудование).
Помещение для самостоятельной работы	Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РХТУ им. Д.И. Менделеева и к ЭБС.

* Номер конкретной аудитории указан в расписании учебных занятий и расписании промежуточной аттестации.