Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Радиоэлектроники и телекоммуникационных систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №13 от 02 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА»

Направление: 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Компоненты микро- и наносистемной техники

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Бадьрова Наталия Моисеевна
Дата подписания: 20.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Ченский Александр
Геннадьевич
Дата подписания: 21.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Ниндакова Лидия
Очировна
Дата подписания: 21.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Строение вещества» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКР-1 Способность проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологий и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий и программных комплексов	ПКР-1.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКР-1.1	<p>Знает ключевые понятия, термины и принципы квантовой механики молекул, общие методы решения типовых задач на движение частиц и излучение. Умеет строить и исследовать квантовомеханические модели молекулярных систем. Имеет представление об основных законах и ограничениях квантовой механики в области исследования молекул, о методах и сфере их применимости. (Знает ключевые понятия, термины и принципы строения вещества. Имеет представление о моделях и модельных представлениях в химии, теориях строения атома, квантово-механическом описании атома, радиальной и угловой частях волновой функции, типах химической связи, методах молекулярных орбиталей для частицы H_2^+, валентных связей для молекулы водорода квантовой механики молекул, общие методы решения типовых задач на движение частиц и излучение. Умеет строить и исследовать квантово-механические модели</p>	<p>Знать ключевые понятия, термины и принципы квантовой механики молекул, общие методы решения типовых задач на движение частиц и излучение; Имеет представление об основных законах и ограничениях квантовой механики в области исследования молекул, о методах и сфере их применимости; Уметь строить и исследовать квантово-механические модели молекулярных систем; Владеть навыками работы с соответствующими программными средствами расчета</p>

	молекулярных систем. Имеет представление об основных законах и ограничениях квантовой механики в области исследования молекул, о методах и сфере их применимости)	
--	---	--

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Строение вещества» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Физика», «Органическая химия», «Химия»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности», «Моделирование и проектирование микро- и наносистем»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	64	64
лекции	32	32
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	32	32
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	44	44
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 5

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Модели и модельные представления в химии. Атом. Первые	1	2			1	2	2, 3	29	Устный опрос

	представления о природе Вселенной и о структуре составляющих ее веществ.									
2	Количественные соотношения в химии. Периодическая система химических элементов и формулировка периодического закона Д.И. Менделеева.	2	2			2	1			Устный опрос
3	Указания на сложную природу атома. Электрические методы исследований. Открытие Рентгена. Открытие электрона. Модельные представления о строении атома.	3	2			3	1			Устный опрос
4	Квантовые числа. Современное определение химического элемента. Корпускулярно-волновой дуализм.	4	2			4	2			Устный опрос
5	Одноэлектронный атом. Уравнение колебаний струны. Волновое уравнение Шрёдингера. Волновая функция.	5	2			5	2			Устный опрос
6	Многоэлектронный атом. Одноэлектронное приближение.	6	2			6	2			Устный опрос
7	Электронные конфигурации атомов и ионов. Изменение энергий АО для атомов H-Na. Орбитальный радиус атома. Радиусы атомов и ионов.	7	2			7	2			Письменный опрос
8	Периодический	8	2			8	2	1	15	Устный

	закон. Периодическая система элементов. Изменение орбитальных радиусов. Типы химической связи. Межмолекулярные взаимодействия.									опрос
9	Схема образования ковалентной связи. Метод МО ЛКАО. Распределение электронной плотности.	9	2			9	2			Устный опрос
10	Двухатомные гомоядерные молекулы элементов II периода. Построение энергетической диаграммы МО	10	2			10	2			Устный опрос
11	Гетероядерные двухатомные и полиатомные молекулы элементов второго периода	11	1			11	2			Устный опрос
12	Геометрия молекул. Основные положения теории Гиллеспи. Геометрическое расположение электронных пар в пространстве. Полярность связей. Метод ВС для многоатомных молекул.	12	2			12, 13	4			Устный опрос
13	Электрондефицитные и электроноизбыточные молекулы. Концепция гипервалентных связей.	13	1			14	2			Устный опрос
14	Донорно-акцепторное взаимодействие. Классификация ДА комплексов.	14	2			15	1			Собеседование
15	Карбон и родственные	15	2			16	1			Собеседование

	соединения. Суперкислоты Льюиса.									
16	Методы ВС и МО в комплексных соединениях. Карбонилы переходных металлов. Связи металл-металл. Кластеры переходных металлов.	16	2							Собеседов ание
17	Связи металл- металл. Кластеры переходных металлов.	17	1			17	2			Устный опрос
18	Металлическая связь. Характеристики соединений с металлической связью. Строение решетки. Металлическая связь в методах ВС и МО.	18	1			18	2			Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		32				32		80	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Модели и модельные представления в химии. Атом. Первые представления о природе Вселенной и о структуре составляющих ее веществ.	Модели и модельные представления в химии. Модель идеального и реального газа. Модель химически чистого вещества (вода и ее строение). Математическое описание модели — уравнение состояния Ван дер Ваальса. Цикличность развития науки. Представления об атоме, как о мельчайшей структурной единице химических соединений. Фундаментальные свойства элементов: масса, электронное строение, степени окисления. Греческая атомистика. Вопрос о делимости материи. Роберт Бойль и закон Бойля. Эксперименты по сжатию и расширению газов.
2	Количественные соотношения в химии. Периодическая система химических элементов и формулировка периодического закона Д.И. Менделеева.	Количественные соотношения в химии. Закон эквивалентов. Закон постоянства состава, или закон Пруста. Закон кратных отношений. Атомистика Джона Дальтона. Относительный атомный вес. Химические символы Ньютона и Берцелиуса. Правило записи химических формул сложных соединений. Периодическая система химических элементов и формулировка периодического закона Д.И. Менделеева. «Основы

		химии». Канонический вид Периодической системы. Основные положения и законы атомно-молекулярной теории. Количество вещества. Число Авогадро. Эквивалент. Газовые законы. Закон Дальтона. Жозеф Луи Гей-Люссак. Закон Авогадро
3	Указания на сложную природу атома. Электрические методы исследований. Открытие Рентгена. Открытие электрона. Модельные представления о строении атома.	Нецелочисленность атомных весов. Гипотезы Праута и Крукса. Линейчатый спектр солнечного света. Пропускание электрического тока через растворы и расплавы солей, газоразрядные трубки. Катодные лучи. Открытие Рентгена. X-лучи. Эксперименты Беккереля. Открытие электрона. Открытие радия. Модельные представления о строении атома. Эксперименты Эрнеста Резерфорда по рассеянию α -частиц. Модель атома Резерфорда-Бора.
4	Квантовые числа. Современное определение химического элемента. Корпускулярно-волновой дуализм.	Квантовые числа. Характеристический рентгеновский спектр. Закон Мозли. Современное определение химического элемента. Недостатки теории Бора/ квантовая (волновая) механика. Корпускулярно-волновой дуализм. Свет — частица или волна. Фотоэффект. Квантовая природа света. Принцип неопределенности Гейзенберга. Гипотеза Де-Бройля/
5	Одноэлектронный атом. Уравнение колебаний струны. Волновое уравнение Шрёдингера. Волновая функция.	Волновое уравнение Шрёдингера. Волновая функция. Квантовые числа. Характеристики атомных орбиталей. Переход к сферическим координатам. Радиальная часть волновой функции. Функция радиального распределения. Угловая часть волновой функции. Угловая часть волновой функции для s и p орбиталей. Угловая часть волновой функции для d, f, g орбиталей. Форма атомных орбиталей. Вид волновой функции $\Psi_{n,l,m}(x,y,z)$.
6	Многоэлектронный атом. Одноэлектронное приближение.	Многоэлектронный атом. Одноэлектронное приближение. Метод самосогласованного поля (метод Хартри-Фока). Энергии атомных орбиталей в многоэлектронном атоме. Принцип минимума энергии. Принцип Паули. Ёмкость подуровней. Правило Хунда. Мультиплетность.
7	Электронные конфигурации атомов и ионов. Изменение энергий АО для атомов H-Na. Орбитальный радиус атома. Радиусы атомов и ионов.	Электронные конфигурации атомов и ионов. Изменение энергий АО для атомов H-Na. Зависимость энергий АО от порядкового номера элемента. Особенности электронных конфигураций ионов переходных металлов. Относительные энергии электронных конфигураций атомов и ионов от K до Zn. «Проскок» электрона. Электронные конфигурации f элементов. Характеристики атома. Орбитальный радиус атома. Радиусы атомов и ионов. Энергия ионизации (потенциал ионизации). Теорема

		Купманса. Сродство к электрону. Электроотрицательность. Поляризуемость.
8	Периодический закон. Периодическая система элементов. Изменение орбитальных радиусов. Типы химической связи. Межмолекулярные взаимодействия.	Периодический закон. Периодическая система элементов. Изменение орбитальных и атомных радиусов. Изменение энергии ионизации и сродства к электрону. Изменение электроотрицательности. Вторичная периодичность. Эффект инертной пары. Простые и сложные вещества. Ионная связь. Энергетика образования ионной связи. Энергия кристаллической решётки. Цикл Борна-Габер. Карты электронной плотности. Определение ионных радиусов. Влияние заряда иона и размера иона на прочность ионной связи. Ионные жидкости.
9	Схема образования ковалентной связи. Метод МО ЛКАО. Распределение электронной плотности.	Ковалентная связь. Схема образования ковалентной связи. Метод МО ЛКАО. Распределение электронной плотности. Энергетическая диаграмма H ₂ . Многэлектронные молекулы. Взаимосвязь энергии, длины и порядка связи. Типы перекрытия АО. Пространственная форма АО и МО. Перекрытие АО по σ -типу, по π -типу, по δ -типу и по ϕ -типу. Несвязывающие МО. Выгодность перекрытия АО. Метод Валентных Связей (ВС). Метод ВС для молекулы водорода. Метод ВС: качественное представление. Типы гибридизации АО. Промотирование электронов в методе ВС. Резонансные структуры молекулы бензола.
10	Двухатомные гомоядерные молекулы элементов II периода. Построение энергетической диаграммы МО	Двухатомные гомоядерные молекулы элементов II периода. Построение энергетической диаграммы МО. Схема МО без s-p взаимодействия (от O ₂ до Ne ₂). Схема МО молекулы O ₂ . Взаимодействие МО между собой. Схема МО с учетом s-p взаимодействия (от Li ₂ до N ₂). Изменение энергий МО. Закономерности изменения параметров связи. Электронные состояния молекулы кислорода. Валентно-изоэлектронные молекулы. Карты электронной плотности молекулы F ₂ . Энергии диссоциации двухатомных гомоядерных молекул p-элементов. Кривая потенциальной энергии молекулы H ₂ . Изотопный эффект. Колебательные уровни энергии двухатомной молекулы в основном и возбужденном состоянии. Кривые потенциальной энергии H ₂ и H ₂ ⁻ .
11	Гетероядерные двухатомные и полиатомные молекулы элементов второго	Гетероядерные двухатомные и полиатомные молекулы элементов второго периода. Молекула LiH. Молекула HF. Дипольный момент. Молекула CO. Изоэлектронные двухатомные молекулы.

	периода	Молекула BeH_2 . Диаграмма Уолша для молекул ЭН_2 . Молекула CH_4
12	Геометрия молекул. Основные положения теории Гиллеспи. Геометрическое расположение электронных пар в пространстве. Полярность связей. Метод ВС для многоатомных молекул.	Геометрия молекул. Основные положения теории ОЭПВО (теории Гиллеспи). Молекулы BF_3 и PCl_5 . Влияние числа неподелённых электронных пар и природы лиганда X на величины валентных углов в AX_n . Молекулы H_2O и OF_2 . Молекулы-радикалы. Многоцентровые молекулы. Полярность связи. Дипольные моменты многоатомных молекул. Недостатки теории Гиллеспи. Энергетический профиль. Поляризуемость катиона. Метод ВС для многоатомных молекул. Описание иона NO_3^- и молекулы SF_6 в методе ВС. f-электроны в химической связи. Принцип изолобальной аналогии. Изолобальность. Электронная природа структурной нежёсткости молекул. Внутреннее вращение в молекуле этана. Инверсия молекулы аммиака. Влияние природы A и заместителей X на инверсию пирамидальных молекул AX_3 . Псевдовращение Берри. Таутомерия. Инверсия в системах с различными барьерами. Структурные перегруппировки в молекуле циклогексана
13	Электрондефицитные и электроноизбыточные молекулы. Концепция гипервалентных связей.	Электрондефицитные молекулы. Частица H_3^+ . Ион метония CH_5^+ . Электрондефицитные молекулы элементов 13 группы. Молекула B_2H_6 . Молекула $\text{Al}_2(\text{CH}_3)_6$. Бороводороды (бораны). Электрондефицитные молекулы элементов 1 и 2 групп. Электроноизбыточные молекулы. Благородные газы. Молекула XeF_2 . Метод ВС. Молекула XeF_2 . Метод МО. Соединения благородных газов. Анион $[\text{HF}_2]^-$. Трёхцентровые МО и геометрия молекул. Концепция гипервалентных связей. Молекула PF_5 . Условия образования гипервалентных (HV) связей. Правило чётности Менделеева.
14	Донорно-акцепторное взаимодействие. Классификация ДА комплексов.	Донорно-акцепторное взаимодействие. Орбитальные взаимодействия. Классификация ДА комплексов. π — комплексы: влияние заместителей. Структурные изменения при образовании комплекса. Влияние среды на геометрию ДА комплекса. Строение и орбитали молекулы I_2 . Комплексы иода с основаниями и кислотами Льюиса. Взаимодействие молекул иода между собой. Донорное и акцепторное число. ESW модель. Донорное число (DN) и акцепторное число Гутмана (AN). ESW модель Драго.
15	Карбоны и родственные соединения. Суперкислоты Льюиса.	Карбоны и родственные соединения. Классическая химия углерода. Карбодифосфораны. КАРБОНЫ : новые соединения углерода. Донорные возможности карбонов. Обобщение концепции.

		Суперкислоты Льюиса. Слабокоординирующиеся анионы (WCA). Структуры реакционноспособных катионов. Разделённые (разведённые) Льюисовы пары. Активация водорода разделёнными Льюисовыми парами (FLP). Обратимая активация молекулярного водорода. Каталитический цикл процесса гидрирования разделёнными Льюисовыми парами. Реакции активации малых молекул
16	Методы ВС и МО в комплексных соединениях. Карбонилы переходных металлов. Связи металл-металл. Кластеры переходных металлов.	Методы ВС и МО в комплексных соединениях. Теория поля лигандов. Карбонилы переходных металлов. Основные структурные мотивы. Особенность связи М–СО. Правило Сиджвика (18 ϵ). Полиядерные карбонилы. Лабильность карбонильных комплексов. Другие π -акцепторные лиганды. Связи металл-металл. Кластеры переходных металлов. Метод МО для описания связи металл-металл. Типы биядерных кластеров: тетрагональная пирамида M2L8 и ее характеристики. Типы биядерных кластеров: биоктаэдр с общим ребром M2L10 и биоктаэдр с общей гранью M2L9. Полиядерные кластеры M6C112. Металлическая связь. Характеристики соединений с металлической связью. Строение решетки. Металлическая связь в методе ВС и в методе МО. Зонная теория. Сплавы. Эвтектические сплавы. Интерметаллиды. Правила Юм-Розери. Size packing phases. Фазы Лавеса (1936). Фазы Франка-Каспера (FK phases) (1958). Фазы Новотны (NCL phases) (1964). Фазы Цинтля
17	Связи металл-металл. Кластеры переходных металлов.	Связи металл-металл. Кластеры переходных металлов. Метод МО для описания связи металл-металл. Типы биядерных кластеров: тетрагональная пирамида M2L8 и ее характеристики. Типы биядерных кластеров: биоктаэдр с общим ребром M2L10 и биоктаэдр с общей гранью M2L9. Полиядерные кластеры M6C112.
18	Металлическая связь. Характеристики соединений с металлической связью. Строение решетки. Металлическая связь в методах ВС и МО.	Металлическая связь. Характеристики соединений с металлической связью. Строение решетки. Металлическая связь в методе ВС и в методе МО. Зонная теория. Сплавы. Эвтектические сплавы. Интерметаллиды. Правила Юм-Розери. Size packing phases. Фазы Лавеса (1936). Фазы Франка-Каспера (FK phases) (1958). Фазы Новотны (NCL phases) (1964). Фазы Цинтля

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 5

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Уравнение состояния идеального газа. Модель химически чистого вещества. Цикличность развития науки. Экспериментальные факты. Эмпирические обобщения. Модели и математическое описание.	2
2	Закон эквивалентов. Закон постоянства состава, или закон Пруста. Закон кратных отношений. Фундаментальная характеристика атомов — относительный атомный вес. Количество вещества. Число Авогадро. Эквивалент.	1
3	Указания на сложную природу атома. Линейчатый спектр солнечного света. Пропускание электрического тока через растворы и расплавы солей, газоразрядные трубки. Катодные лучи. Открытие Рентгена. X-лучи. Эксперименты Беккереля	1
4	Теория и модель атома Бора-Зоммерфельда. Квантовые числа. Характеристический рентгеновский спектр. Закон Мозли. Эквивалентность массы и энергии. Принцип неопределенности Гейзенберга.	2
5	Волновая функция. Квантовые числа. Характеристики атомных орбиталей. Переход к сферическим координатам. Радиальная часть волновой функции. Функция радиального распределения. Угловая часть волновой функции. Форма атомных орбиталей. Вид волновой функции $\Psi_{n,l,m}(x,y,z)$.	2
6	2. Многоэлектронный атом. Одноэлектронное приближение. Метод самосогласованного поля (метод Хартри-Фока). Энергии атомных орбиталей в многоэлектронном атоме.	2
7	Изменение энергий АО для атомов H-Na. Зависимость энергий АО от порядкового номера элемента. Особенности электронных конфигураций ионов переходных металлов.	2
8	Характеристики атома. Орбитальный радиус атома. Системы радиусов. Радиусы атомов и ионов. Энергия ионизации (потенциал ионизации). Теорема Купманса. Сродство к электрону. Электроотрицательность. Поляризуемость. Простые и сложные вещества. Типы химической связи. Межмолекулярные взаимодействия. Ионная связь. Энергетика образования ионной связи. Энергия	2

	кристаллической решётки. Цикл Борна-Габера.	
9	Схема образования ковалентной связи. Метод МО ЛКАО. Распределение электронной плотности. Энергетическая диаграмма H_2 . Многоэлектронные молекулы. Взаимосвязь энергии, длины и порядка связи. Пространственная форма АО и МО. Перекрытие АО по σ -типу, по π -типу, по δ -типу и по ϕ -типу. Несвязывающие МО.	2
10	Двухатомные гомоядерные молекулы элементов II периода. Построение энергетической диаграммы МО. Схема МО без s-p взаимодействия (от O_2 до Ne_2). Схема МО молекулы O_2 . Взаимодействие МО между собой. Схема МО с учетом s-p взаимодействия (от Li_2 до N_2).	2
11	Гетероядерные двухатомные и полиатомные молекулы элементов второго периода. Молекула LiH . Молекула NF . Дипольный момент. Молекула CO . Изоэлектронные двухатомные молекулы.	2
12	Основные положения теории ОЭПВО (теории Гиллеспи). Геометрическое расположение электронных пар в пространстве.	2
13	Недостатки теории Гиллеспи. Галогениды и дигалогениды элементов 2 группы. Энергетический профиль. Поляризуемость катиона. Гибридизация АО. Структурно нежесткие молекулы. Внутреннее вращение в молекуле этана. Инверсия молекулы аммиака. Электронная природа структурной нежесткости. Влияние природы A и заместителей X на инверсию пирамидальных молекул AH_3 . Псевдовращение Берри.	2
14	Электрондефицитные молекулы. Частица H_3 . Ион метония CH_5 . Электрондефицитные молекулы элементов 13 группы. Молекула B_2H_6 . Молекула $Al_2(CH_3)_6$. Бороводороды (бораны). Электрондефицитные молекулы элементов 1 и 2 групп.	2
15	18.Классификация донорно-акцепторных комплексов. Донорно-акцепторное взаимодействие. Орбитальные взаимодействия.	1
16	Суперкислоты Льюиса. Слабокоординирующиеся анионы (WCA). Структуры реакционноспособных катионов. Разделённые (разведённые) Льюисовы пары. Активация водорода разделёнными Льюисовыми парами (FLP).	1
17	Метод ВС и метод МО в комплексных соединениях. Теория поля лигандов. Карбонилы	2

	переходных металлов. Основные структурные мотивы. Особенность связи М–СО. Правило Сиджвика (18ē). Полиядерные карбонилы. Лабильность карбонильных комплексов	
18	24.Металлическая связь. Характеристики соединений с металлической связью. Строение решетки. Металлическая связь в методе ВС. Металлическая связь в методе МО Зонная теория.	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих тестов	15
2	Подготовка к практическим занятиям	15
3	Проработка разделов теоретического материала	14

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: слайд-лекции, диспут, мозговой штурм

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Темы практических занятий, предусматриваемых учебным планом дисциплины. Целью работы является повышение степени усвоения теоретического материала, развитие навыков решения задач, умение интерпретировать получаемые результаты, пополнение глоссария терминов.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Самостоятельная работа по изучению теоретического курса включает:

1. внимательное прочтение лекционного материала;
2. составление глоссария терминов;
3. самостоятельное повторение выводов уравнений;
4. ответы на контрольные вопросы (вопросы для самопроверки) к каждой лекции.

Лекция — методологическая и организационная основа для всех форм учебных занятий, в том числе самостоятельных. Конспектирование лекций на аудиторных занятиях помогает лучше запоминать материал в процессе записи, обеспечивает наличие опорных материалов при подготовке к экзамену. Необходимо начинать с ознакомления с планом лекции, включающим наименования основных разделов каждой лекционной темы. При чтении лекционного материала следует выписывать специфические термины, используемые в данной области знаний, пополняя их определениями составляемый глоссарий терминов. Самостоятельное повторение вывода уравнений способствует лучшему усвоению теоретического материала, особое внимание при этом следует уделять первоначальным известным соотношениям или законам, на основании которых делается вывод, способу преобразования, сделанным допущениям. Необходимо также

проанализировать следствия выведенного уравнения в их приложении к рассматриваемой теме. После этого необходимо ответить на контрольные вопросы к лекции. Если самостоятельный ответ вызывает затруднения, следует вернуться к чтению соответствующего раздела лекционного материала.

Для самостоятельной работы по изучению теоретического курса рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу из списка, приведенного далее. Получение зачета по практическим занятиям является необходимым условием для допуска к экзамену.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 5 | Устный опрос

Описание процедуры.

Знание лекционного материала проверяется на лекциях и практических занятиях во время устного опроса по конкретной теме занятия. Учитывается посещаемость лекций, наличие конспекта, поведение на лекции

Критерии оценивания.

Оценка уровня знаний студентов производится по бальной шкале ("отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно")

6.1.2 семестр 5 | Письменный опрос

Описание процедуры.

преподаватель при проверке знаний раздает студентам заранее подготовленные на отдельных листках вопросы (задачи, примеры), на которые они в течение 10-12 минут дают письменные ответы.

Критерии оценивания.

Контроль проводится с целью объективной оценки качества освоения программы дисциплины, а также стимулирования учебной работы студентов, мониторинга результатов образовательной деятельности. Оценка уровня знаний студентов производится по бальной шкале ("отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно").

6.1.3 семестр 5 | Собеседование

Описание процедуры.

Собеседование – форма контроля, представляющая собой специальную беседу преподавателя со студентом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанную на выяснение объема знаний студента по определенному разделу, теме. В процессе собеседования студент представляет аргументированную точку зрения по обсуждаемой теме. Преподаватель вправе задать отвечающему вопросы содержательного, разъясняющего (наводящего), проблемного характера.

Критерии оценивания.

Собеседование позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКР-1.1	Знает ключевые понятия, термины и принципы строения вещества. Имеет представление о моделях и модельных представлениях в химии, теориях строения атома, квантово-механическом описании атома, радиальной и угловой частях волновой функции, типах химической связи, методах молекулярных орбиталей для частицы H_2^+ , валентных связей для молекулы водорода квантовой механики молекул, общие методы решения типовых задач на движение частиц и излучение. Умеет строить и исследовать квантово-механические модели молекулярных систем. Имеет представление об основных законах и ограничениях квантовой механики в области исследования молекул, о методах и сфере их применимости.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий.

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 5, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в форме устного опроса студентов по билетам. Экзаменатор вправе задавать дополнительные вопросы и давать расчетные задачи по программе данного курса.

Пример задания:

1. Открытие электрона. Модельные представления о строении атома.
2. Связи металл-металл. Кластеры переходных металлов. Метод МО для описания связи металл-металл.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос;</p> <p>- в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений;</p> <p>- знания по предмету демонстрируются на фоне понимания его места в системе данной науки и междисциплинарных связей;</p> <p>- свободное владение терминологией; ответы на дополнительные вопросы четкие, краткие;</p>	<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделять существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи;</p> <p>- рассказ недостаточно логичен с единичными ошибками в частностях, исправленными студентом с помощью преподавателя;</p> <p>- ответы на дополнительные вопросы верные, но недостаточно полные и четкие;</p>	<p>Ответ не полный, с ошибками в деталях, умение раскрыть значение обобщённых знаний не показано, речевое оформление требует поправок, коррекции;</p> <p>- логика и последовательность изложения имеют нарушения, студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи;</p> <p>- студент не ориентируется в терминологии химии наноматериалов, допускает серьезные ошибки;</p> <p>- студент не может ответить на большую часть дополнительных вопросов</p>	<p>Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками;</p> <p>- присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения, незнание терминологии, студент не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими объектами дисциплины, речь неграмотная;</p> <p>- ответы на дополнительные вопросы неверные или отсутствуют.</p>

7 Основная учебная литература

1. Ермаков А. И. Квантовая механика и квантовая химия : учебное пособие для вузов по специальности ВПО 020101.65 "Химия" / А. И. Ермаков, 2015. - 555.
2. Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия : учебник для химико-технологических специальностей вузов / Н. С. Ахметов, 2008. - 742.
3. Корнев Общая и неорганическая химия [Электронный ресурс] . Ч. I : Основные понятия, строение атома, химическая связь, 2000. - 60.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Барановский В. И. Квантовая механика и квантовая химия : учебное пособие для вузов по химическим специальностям / В. И. Барановский, 2008. - 382.
2. Корявов В. П. Методы решения задач в общем курсе физики. Строение вещества : учебное пособие для вузов по направлению "Прикладная математика и физика" и специальностям в области математических и естественных наук, техники и технологии / В. П. Корявов, 2013. - 197.
3. Физическая химия : [Учеб. для вузов]: В 2кн. Кн. 1. Строение вещества. Термодинамика / К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годнев, В. Н. Васильева, 2001. - 511.
4. Ермаков А. И. Квантовая механика и квантовая химия : учебное пособие для вузов по специальности ВПО 020101.65 "Химия" / А. И. Ермаков, 2010. - 555.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows Seven Professional (Microsoft Windows Seven Starter) - Seven, Vista, XP_prof_64, XP_prof_32 - поставка 2010
2. Microsoft Office 2007 Standard - 2003 Suites и 2007 Suites - поставка 2010
3. HyperChem Release 8.0_поставка 2011

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Проектор Epson EB-460i LCD
2. Компьютер P5B 2 DUO E6X50/2Gb/200/GF512Mb/FDD/DVDRW/Samsung LCD 19
3. Компьютер P5B 2 DUO E6X50/2Gb/200/GF512Mb/FDD/DVDRW/Samsung LCD 19
4. Компьютер P5B 2 DUO E6X50/2Gb/200/GF512Mb/FDD/DVDRW/Samsung LCD 19
5. Компьютер P-2160/1024*2Gb/160/GF256/DVDRW/LG 17 LCD 1753
6. Компьютер P-2160/1024*2Gb/160/GF256/DVDRW/LG 17 LCD 1753
7. Компьютер P-2160/1024*2Gb/160/GF256/DVDRW/LG 17 LCD 1753
8. Компьютер P4 631/1646Gz/1024/120/3.5"/GF256/DVD-RW/ монитор Samsung940/кл/мышь

9. Доска магнитно-маркерная INDEX настенная ,размер 1x1.8 м