

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Задорожная Людмила Ивановна
Должность: Проректор по учебной работе
Дата подписания: 15.09.2025 14:53:56
Уникальный идентификатор:
faa404d1aeb2a023b5f4a331ee5ddc540496512d

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Майкопский государственный технологический университет»

Факультет аграрных технологий

Кафедра Химии и физико-химических методов исследования

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ Л.И. Задорожная
« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине
по направлению подготовки
по профилю подготовки (специализации)

квалификация (степень) выпускника
форма обучения
год начала подготовки

Б1.О.12 Квантовая механика и квантовая химия
04.03.01 Химия
Химия окружающей среды, химическая экспертиза и
экологическая безопасность
бакалавр
Очная, Очно-заочная
2025

Майкоп



Составитель рабочей программы:

Профессор, доц., д-р
философских наук
(должность, ученое звание, степень)

Подписано простой ЭП
13.09.2025
(подпись)

Беданов Рамзан Асланович
(Ф.И.О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры:

Химии и физико-химических методов исследования
(название кафедры)

Заведующий кафедрой:
15.09.2025

Подписано простой ЭП
15.09.2025
(подпись)

Попова Ангелина Алексеевна
(Ф.И.О.)

Согласовано:

Руководитель ОПОП
заведующий выпускающей
кафедрой
по направлению подготовки
(специальности)
15.09.2025

Подписано простой ЭП
15.09.2025
(подпись)

Попова Ангелина Алексеевна
(Ф.И.О.)

Согласовано:

НБ МГТУ

(название подразделения)

15.09.2025

Подписано простой ЭП
15.09.2025
(подпись)

И. Б. Берберьян
(Ф.И.О.)



1. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля)

Целью курса “ Квантовая механика и квантовая химия” является изучение начал квантовой механики и ее основных приложений к химическим системам. Подробный анализ решений простейших квантово-механических задач и рассмотрение модельных систем в теории химической связи позволяют наполнить строгим физическим содержанием основные понятия, которыми химик пользуется в своей повседневной практике при характеристике свойств многоэлектронных атомов и молекулярных систем, а также определить границы применимости тех или иных теоретических закономерностей, научить прогнозировать свойства химических элементов и их соединений. Кроме того, этот курс является базой для изучения всех физико-химических методов исследования структуры молекулярных систем (ЭПР, ЯМР, спектры КР, УФ, ИК и др.) и их реакционной способности.

Программа включает в себя материал лекционного курса и семинарских занятий, а также разделы для самостоятельной работы студентов.

Задачами дисциплины «Квантовая механика и квантовая химия» являются изучение:

- освоение знаний о фундаментальных физических законах и принципах, лежащих в основе современной квантовой химии; наиболее важных открытиях в области квантовой химии, оказавших определяющее влияние на развитие техники и технологии;
- овладение умениями выдвигать гипотезы и строить модели, применять полученные знания для объяснения разнообразных химических и физических явлений и свойств веществ;
- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе приобретения знаний и умений.



2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП по направлению подготовки (специальности)

Дисциплина входит в перечень курсов обязательной части. Курс “Квантовая механика и квантовая химия” логически и методически связан с дисциплинами математика, физика, физика твердого тела, статистическая физика. Он необходим для успешного освоения теоретических основ неорганической и органической химии, строения вещества, физических методов исследования структуры молекулярных систем.

Студенты, изучающие дисциплину “Квантовая механика и квантовая химия”, должны иметь базовые знания по математике и физике.



3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующей(их) компетенции(й):

ОПК-4.1	Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности
ОПК-4.2	Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик
ОПК-4.3	Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений
ОПК-5.1	Использует современные IT-технологии при сборе, анализе, обработке и представлении информации химического профиля
ОПК-5.2	Соблюдает нормы информационной безопасности в профессиональной деятельности



4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы. Общая трудоемкость дисциплины

Объем дисциплины и виды учебной работы по очной форме обучения.

		Формы контроля (количество)		Виды занятий					Итого часов	з.е.
		Эк	Контр	Лек	Пр	КРАт	Контрол ь	СР		
Курс 3	Сем. 5	1	1	34	68	0.35	35.65	42	180	5

Объем дисциплины и виды учебной работы по очно-заочной форме обучения.

		Формы контроля (количество)		Виды занятий					Итого часов	з.е.
		Эк	Контр	Лек	Пр	КРАт	Контрол ь	СР		
Курс 3	Сем. 6	1	1	24	24	0.35	35.65	96	180	5



5. Структура и содержание учебной и воспитательной деятельности при реализации дисциплины

5.1. Структура дисциплины для очной формы обучения.

Сем	Раздел дисциплины	Недел я семе стра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)								Формы текущего/проме жуточного контроля успеваемости текущего (по неделям семестра), промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лек	Лаб	ПР	СРП	КРАТ	Контро ль	СР	СЗ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	Тепловое излучение	1-2	4		4						Проверка домашнего задания.
5	Атомное строение вещества	3-4	4		4						Блиц-опрос
5	Корпускулярно-волновой дуализм	5-6	4		4				12		Проверка домашнего задания.
5	Волновая функция	7-8	4		8						Реферат
5	Физика атомов и молекул	9-10	4		8				10		Блиц-опрос
5	Одноэлектронные атомы	11-12	4		12						Проверка домашнего задания.
5	Многоэлектронные атомы. Свойства многоэлектронных атомов.	13-14	4		12				20		Блиц-опрос
5	Теория химической связи	15-16	6		16						Реферат
5	Промежуточная аттестация: экзамен	17					0,35	35,65			экзамен в устной форме
	ИТОГО:		34		68		0.35	35.65	42		

5.3. Структура дисциплины для очно-заочной формы обучения.

Сем	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)							
		Лек	Лаб	ПР	СРП	КРАТ	Контро ль	СР	СЗ
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11
6	Тепловое излучение	2		2				13	
6	Атомное строение вещества	2		2				15	
6	Корпускулярно-волновой дуализм	2						15	
6	Волновая функция	1		2				8	
6	Физика атомов и молекул	1						20	
6	Одноэлектронные атомы	1		2				10	
6	Многоэлектронные атомы. Свойства многоэлектронных атомов.	2		2				29	
6	Теория химической связи	3						10	
6	Промежуточная аттестация: экзамен					0,35	35,65		

Сем	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)							
		Лек	Лаб	ПР	СРП	КРАТ	Контроль	СР	СЗ
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11
	ИТОГО:	24		24		0.35	35.65	96	

5.4. Содержание разделов дисциплины (модуля) «Квантовая механика и квантовая химия», образовательные технологии

Лекционный курс

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	Тепловое излучение	4		2	Закономерности теплового излучения. Формула Планка. Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Фотоны. Эффект Комптона	ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2;	Знать: содержание процессов и самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологией реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности Уметь: использовать химические, математические и физические модели; определять возможность рационального использования естественнонаучных законов в различных областях науки и техники Владеть: навыками комплексного и сравнительного анализа состава, строения и химических свойств веществ	, Лекции-визуализации
5	Атомное строение вещества	4		2	Развитие идеи атомизма. Линейчатый спектр излучения атома. Ядерная модель Резерфорда. Боровская теория..	ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2;	Знать: математические теории и методы, применяемые при обработке данных Уметь: использовать основные методы статистической обработки данных и аппроксимации численных характеристик Владеть: методами статистической обработки информации, основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического	, Слайд-лекция

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
							аппарата при обработке данных	
5	Корпускулярно-волновой дуализм	4		2	Корпускулярно-волновая природа света. Гипотеза Де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.	ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2;	Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин, методы и способы решения исследовательских задач, методики и способы проведения эксперимента, методы математической статистики Уметь: использовать информационные ресурсы, Анализировать полученные в опытах результаты с использованием методов математической статистики Владеть: навыками формулирования результатов, полученных в ходе решения исследовательских задач, новыми методами исследования	, Слайд-лекция
5	Волновая функция	4		1	Волновая функция и ее статистический смысл. Принцип суперпозиции состояний. Основное уравнение (нерелятивистской) квантовой механики. Операторы. Понятие оператора и основные определения. Принципы сопоставления физической величины и ее линейного эрмитовского оператора. Простейшие операторы квантовой механики (постулат) – операторы координат (x,y,z), составляющих импульса (p _x , p _y , p _z) и их	ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2;	Знать: основные программные средства, критерии выбора программных средств, их функциональную структуру, Уметь: применять прикладное программное обеспечение при организации решения производственных задач, создавать и изменять конфигурацию информационных систем в соответствии с потребностями и организационно-методологической структурой предприятия, настраивать, администрировать и сопровождать ИС.	, Слайд-лекция

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					коммутационные свойства. Гамильтониан. Построение оператора Гамильтона Н. Система из пяти попарно коммутирующих операторов H, M_2, M_z, S_2, S_z для водородоподобного атома- физическое содержание		Владеть: навыками разработки, внедрения и адаптации прикладного программного обеспечения	
5	Физика атомов и молекул	4		2	Частица в потенциальной яме. прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект. Линейчатый гармонический осциллятор в квантовой механике	ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2;	Знать: пути автоматизации производственных процессов, Уметь: учитывать основные требования информационной безопасности, Владеть: методами использования информационных и коммуникационных технологий для решения профессиональных задач	, Слайд-лекция
5	Одноэлектронные атомы	4		1	Решение уравнения Шредингера для атома водорода. Правило отбора и состояния электрона. 1s-состояние электрона в атоме. Опыт Штерна – Герлаха. Тожественность частиц. Принцип Паули. Водородоподобный атом (ВПА) – постановка задачи	ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2;	Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин, методы и способы решения исследовательских задач, методики и способы проведения эксперимента, методы математической статистики Уметь: использовать информационные ресурсы, Анализировать полученные в опытах результаты с использованием методов математической статистики Владеть: навыками формулирования результатов, полученных в ходе решения исследовательских задач,	, Слайд-лекция

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
							новыми методами исследования	
5	Многоэлектронные атомы. Свойства многоэлектронных атомов.	4		2	Атом гелия. Вариационный принцип. Метод самосогласованного оля Хартри-Фока. Энергетические уровни. Потенциалы ионизации атомов. квантовые числа многоэлектронного атома. Полные орбитальные и спиновые числа. Спин-орбитальное взаимодействие. Термы атомов в приближении спин-орбитального взаимодействия. Спектры многоэлектронных атомов	ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2;	Знать: основные программные средства, критерии выбора программных средств, их функциональную структуру, Уметь: применять прикладное программное обеспечение при организации решения производственных задач, создавать и изменять конфигурацию информационных систем в соответствии с потребностями и организационно-методологической структурой предприятия, настраивать, администрировать и сопровождать ИС. Владеть: навыками разработки, внедрения и адаптации прикладного программного обеспечения	, Проблемное обучение
5	Теория химической связи	6		2	Приближение Борна-Оппенгеймера. Атомные единицы измерения. Метод молекулярных орбиталей. Приближение линейной комбинации атомных орбиталей. Уравнение Рутаана. Базисный набор атомных орбиталей. Орбитали Слетэра-Зенера. Орбитали Гауссова типа. Минимальные базисные наборы STO-KG. Валентно-расщепленные базисные наборы M-NPG. Электронная корреляция. Ее составляющие и методы учета. Метод конфигурационного взаимодействия.	ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2;	Знать: пути автоматизации производственных процессов, Уметь: учитывать основные требования информационной безопасности, Владеть: методами использования информационных и коммуникационных технологий для решения профессиональных задач	, Слайд-лекция

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					Активные конфигурационные пространства. Многоконfigurационные методы			
5	Промежуточная аттестация: экзамен					ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3; ОПК-5.1; ОПК-5.2;	Знать: содержание процессов и самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологией реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности Уметь: использовать химические, математические и физические модели; определять возможность рационального использования естественнонаучных законов в различных областях науки и техники Владеть: навыками комплексного и сравнительного анализа состава, строения и химических свойств веществ	
							Знать: Уметь: Владеть:	
	ИТОГО:	34		24				

5.5. Практические занятия, их наименование, содержание и объем в часах

Сем	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Объем в часах		
			ОФО	ЗФО	ОЗФО
1	2	3	4	5	6
5	Тепловое излучение	Расчеты на фотоэффект, работу выхода электрона.	4		2
5	Атомное строение вещества	Расчет скорости движения электрона по первой круговой орбите. расчет сил кулоновского притяжения	4		2
5	Корпускулярно-волновой дуализм	Расчет длины волны электрона	4		
5	Волновая функция	Вычисление радиальных составляющих волновой функции водородоподобного атома и построение графиков радиального распределения электронной плотности	8		2
5	Физика атомов и молекул	Простейшие операторы квантовой механики и их свойства – линейность, эрмитовость, коммутационные соотношения. Линейность, эрмитовость и коммутационные свойства системы операторов M_x, M_y, M_z, M^2, H . Вычисление собственных функций и собственных значений операторов M_z и M^2 .	8		
5	Одноэлектронные атомы	Определение наиболее вероятного и среднего расстояний между ядром и электроном для разных состояний ВПА. Размер орбитали и его расчет для 1s- орбитали ВПА.	12		2
5	Многоэлектронные атомы. Свойства многоэлектронных атомов.	Построение энергетических диаграмм и граничных поверхностей МО для многоатомных молекул	12		2
5	Теория химической связи	Метод МО в приближении Хюккеля. Простейшие примеры расчетов. Заряды на атомах, порядки связей, индексы свободной валентности, энергия делокализации. Формы МО	16		
5	Промежуточная аттестация: экзамен				
	ИТОГО:		68		24

Симуляционные занятия, их наименование, содержание и объем в часах

Сем	№ раздела дисциплины	Наименование симуляционных занятий	Объем в часах		
			ОФО	ЗФО	ОЗФО
1	2	3	4	5	6
	ИТОГО:				

5.6. Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах

Сем	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Объем в часах		
			ОФО	ЗФО	ОЗФО
1	2	3	4	5	6
	ИТОГО:				

5.7. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

5.8. Самостоятельная работа студентов

Содержание и объем самостоятельной работы студентов

Сем	Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятельного изучения	Сроки выполнения	Объем в часах		
				ОФО	ЗФО	ОЗФО
1	2	3	4	5	6	7
	Тепловое излучение	Составление плана-конспектаПроработка учебного материала	1-3 неделя			13
	Атомное строение вещества	Составление плана-конспектаПроработка учебного материала	4-5 неделя			15
	Корпускулярно-волновой дуализм	Составление плана-конспектаПроработка учебного материала	6-7 неделя	12		15
	Волновая функция	Составление плана-конспектаПроработка учебного материала	8-9 неделя			8
	Физика атомов и молекул	Составление плана-конспектаПроработка учебного материала	10-11 неделя	10		20
	Одноэлектронные атомы	Составление плана-конспектаПроработка учебного материалаСоставление и защита рефератовРешение задач	12-13 неделя			10
	Многоэлектронные атомы. Свойства многоэлектронных атомов.	Составление плана-конспектаПроработка учебного материалаСоставление и защита рефератовРешение задач	14-15 неделя	20		29
	Теория химической связи	Составление плана-конспектаПроработка учебного материалаСоставление и защита рефератовРешение задач	16 неделя			10
	Промежуточная аттестация: экзамен		17 неделя			
	ИТОГО:			42		96

5.9. Календарный график воспитательной работы по дисциплине

Модуль	Дата, место проведения	Название мероприятия	Форма проведения мероприятия	Ответственный	Достижения обучающихся
Модуль 3 Учебно-исследовательская и научно-исследовательская деятельность	1 занятие, МГТУ	Роль квантовой механики в развитии научного мировоззрения. Вклад отечественных ученых в развитие науки	Лекция-беседа	проф. Р.А. Беданов	ОПК-4.1;

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1. Методические указания (собственные разработки)

Название	Ссылка
Беданов, Р.А. Квантовая физика и элементы квантовой механики: учебник/ Р.А. Беданов.- С-Петербург: Лань, 2020.	http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/foi2?SHOW_ONE_BOOK+0814BB
Беданов, Р. А. Квантовая физика и элементы квантовой механики : учебник для вузов / Р. А. Беданов. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 116 с.	https://e.lanbook.com/book/505348

6.2. Литература для самостоятельной работ

Название	Ссылка
Краснопевцев, Е.А. Квантовая механика в приложениях к физике твердого тела : учебное пособие / Е.А. Краснопевцев. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. - 357 с. - ЭБС IPR Books. - URL: http://www.iprbookshop.ru/91725.html . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-7782-3365-2	http://www.iprbookshop.ru/91725.html
Мозолевская, Т.В. Основы квантовой механики и физики атома : учебное пособие / Т.В. Мозолевская, Ю.В. Филиппенко ; под ред. В.А. Якимова. - Москва : ИНФРА-М, 2025 - 108 с. - ЭБС Знаниум.	https://znanium.ru/catalog/document?id=464899
Трясучёв, В.А. Квантовая механика для студентов технических вузов : учебное пособие / В.А. Трясучёв. - Томск : Томский политехнический университет, 2017. - 156 с. - ЭБС IPR Books. - URL: http://www.iprbookshop.ru/84014.html . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-4387-0746-2	http://www.iprbookshop.ru/84014.html
Бройль, Л. Избранные научные труды. Т. 1. Становление квантовой физики: работы 1921 - 1934 годов : сборник научных трудов / Л. Бройль. - Москва : Логос, 2020. - 556 с. - ISBN 978-5-98704-505-3. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1211630 . - Режим доступа: по подписке.	https://znanium.com/catalog/document?id=367363
Кузнецов, С.И. Физика. Волновая оптика. Квантовая природа излучения. Элементы атомной и ядерной физики : учебное пособие / С.И. Кузнецов, А.М. Лидер. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Вузовский учебник, 2024. - 212 с. - Прил.: с. 189-207. - ЭБС Знаниум.	https://znanium.ru/catalog/document?id=436939
Браун, А. Г. Элементы квантовой механики и физики атомного ядра : учебное пособие / А.Г. Браун, И.Г. Левитина. — 2-е изд. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 84 с.	https://znanium.ru/catalog/document?id=446751
Назмитдинов, Р. Г. Квантовая механика и квантовая химия : учебное пособие / Р. Г. Назмитдинов, С. А. Новикова. — Дубна : Государственный университет «Дубна», 2021. — 123 с. — ISBN 978-5-89847-631-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/196986 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	https://e.lanbook.com/book/196986

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,



- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.



7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Этапы формирования компетенции (номер семестр согласно учебному плану)			Наименование учебных дисциплин, формирующие компетенции в процессе освоения образовательной программы
ОФО	ЗФО	ОЗФО	
ОПК-4.1 Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности			
7		8	Электрохимия
8		9	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы
56		56	Физическая химия
56		67	Химия окружающей среды и методы контроля объектов окружающей среды
5		6	Квантовая механика и квантовая химия
7		7	Химия и физика твердого тела
ОПК-4.2 Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик			
7		8	Электрохимия
8		9	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы
56		56	Физическая химия
56		67	Химия окружающей среды и методы контроля объектов окружающей среды
5		6	Квантовая механика и квантовая химия
7		7	Химия и физика твердого тела
ОПК-4.3 Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений			
7		8	Электрохимия
8		9	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы
56		56	Физическая химия
56		67	Химия окружающей среды и методы контроля объектов окружающей среды
5		6	Квантовая механика и квантовая химия
7		7	Химия и физика твердого тела
ОПК-5.1 Использует современные IT-технологии при сборе, анализе, обработке и представлении информации химического профиля			
8		9	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы
2		8	Химическое сопротивление материалов
7		9	Химия высокомолекулярных соединений
56		67	Химия окружающей среды и методы контроля объектов окружающей среды
5		6	Квантовая механика и квантовая химия
4		7	Методы обработки и визуализации результатов



Этапы формирования компетенции (номер семестр согласно учебному плану)			Наименование учебных дисциплин, формирующие компетенции в процессе освоения образовательной программы
ОФО	ЗФО	ОЗФО	
			химического эксперимента
ОПК-5.2 Соблюдает нормы информационной безопасности в профессиональной деятельности			
8		9	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы
2		8	Химическое сопротивление материалов
7		9	Химия высокомолекулярных соединений
56		67	Химия окружающей среды и методы контроля объектов окружающей среды
5		6	Квантовая механика и квантовая химия
4		7	Методы обработки и визуализации результатов химического эксперимента

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
ОПК-4: Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач					
ОПК-4.1 Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности					
Знать: содержание процессов и самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологией реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	контрольная работа, тестирование, коллоквиум, реферат, УИРС, экзамен в устной форме
Уметь: использовать химические, математические и физические модели; определять возможность рационального использования естественных законов в различных областях науки и техники	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
Владеть: навыками комплексного и сравнительного анализа состава, строения и химических	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	



Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворит ельно	удовлетворител ьно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
свойств веществ					
ОПК-4: Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач					
ОПК-4.2 Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик					
Знать: математические теории и методы, применяемые при обработке данных	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	контрольная работа, тестирование, коллоквиум, реферат, УИРС, экзамен в устной форме
Уметь: использовать основные методы статистической обработки данных и аппроксимации численных характеристик	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
Владеть: методами статистической обработки информации, основами фундаментальных математических теорий и навыками использования математического аппарата при обработке данных	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	
ОПК-4: Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач					
ОПК-4.3 Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений					
Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин, методы и способы решения исследовательских задач, методики и способы проведения эксперимента, методы математической статистики	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	контрольная работа, тестирование, коллоквиум, реферат, УИРС, экзамен в устной форме
Уметь: использовать информационные ресурсы, Анализировать полученные в опытах результаты с использованием методов математической статистики	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
Владеть: навыками формулирования результатов, полученных в ходе решения исследовательских	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	



Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворит ельно	удовлетворител ьно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
задач, новыми методами исследования					
ОПК-5: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности					
ОПК-5.1 Использует современные IT-технологии при сборе, анализе, обработке и представлении информации химического профиля					
Знать: основные программные средства, критерии выбора программных средств, их функциональную структуру,	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	контрольная работа, тестирование, коллоквиум, реферат, УИРС, экзамен в устной форме
Уметь: применять прикладное программное обеспечение при организации решения производственных задач, создавать и изменять конфигурацию информационных систем в соответствии с потребностями и организационно-методологической структурой предприятия, настраивать, администрировать и сопровождать ИС	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
Владеть: навыками разработки, внедрения и адаптации прикладного программного обеспечения	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	
ОПК-5: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности					
ОПК-5.2 Соблюдает нормы информационной безопасности в профессиональной деятельности					
Знать: пути автоматизации производственных процессов	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	контрольная работа, тестирование, коллоквиум, реферат, УИРС, экзамен в устной форме
Уметь: учитывать основные требования информационной безопасности	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
Владеть: методами использования информационных и коммуникационных технологий для решения профессиональных задач	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

7.3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки



знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

1. Теория водородоподобного атома по Н. Бору. Постулаты Бора.
2. Экспериментальное доказательство корпускулярно-волновой природы света и электронов.
3. Соотношение неопределенностей В.Гейзенберга и формулировка задачи о вероятностном подходе при описании движения микрочастиц. Волновая функция, ее физическое содержание (М.Борн) и стандартные требования, предъявляемые к волновой функции. Эвристический “вывод” волнового уравнения Шредингера для свободной микрочастицы с корпускулярно-волновыми свойствами и его обобщение для частицы, движущейся в силовом поле. Понятие о стационарном уравнении Шредингера.
4. Понятие об линейных эрмитовских операторах, операторных уравнениях, собственные значения и собственные функции операторов, их свойства в случае эрмитовских операторов.
5. Физическое содержание некоторых математических понятий: оператор физической величины, его собственные значения и собственные функции, коммутация операторов. Квантово-механическое описание состояния системы.
6. Физический смысл коммутации эрмитовских операторов. Вычисление коммутаторов операторов x, p_x, M_x, M_z, M^2 – физическое содержание полученных результатов.
7. Свойства собственных значений и собственных функций эрмитовских операторов. Операторы проекций вектора момента импульса M_x, M_y, M_z , их коммутационные свойства. Операторное уравнение для M_z , его собственные функции и собственные значения. Магнитное квантовое число.
8. Оператор квадрата момента импульса M^2 – его собственные функции и собственные значения. Орбитальное квантовое число. Пространственное квантование вектора M .
9. Опыты Штерна и Герлаха, приводящие к понятию спина – собственного момента импульса микрочастицы. Операторы спина S^2, S_x, S_y, S_z – их свойства, структура и свойства собственных значений и собственных функций этих операторов. Вычисление значений спиновых квантовых чисел s и m_s из опыта Штерна и Герлаха.
10. Задача о движении частицы в одномерной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками
11. Результаты решения уравнения Шредингера для ВПА, структура волновых функций, квантовые числа, взаимосвязь между ними и их физическое содержание. Понятие об электронной орбитали, электронной плотности.
12. Основные закономерности радиального распределения электронной плотности. Наиболее



вероятное и среднее положения электрона для разных состояний ВПА, размеры орбиталей.

13. Основные закономерности углового распределения электронной плотности. Вещественные сферические функции. Форма и положение орбиталей в пространстве.

14. Спин-орбитальное взаимодействие – физическое содержание явления. Теорема сложения моментов, полный момент импульса электрона, квантовые числа полного момента j и m_j . Расчет дублетного расщепления уровней энергии в водородоподобном атоме в рамках теории возмущений, тонкая структура атомного спектра ВПА.

15. Водородоподобный атом во внешнем магнитном поле, критерий сильного и слабого полей. Эффекты Зеемана и Пашена-Бака. Расчет расщепления энергетических уровней в слабых и сильных магнитных полях. Фактор Ланде.

16. Состояние электрона в многоэлектронном атоме и квантовые числа. Связь квантовых чисел с основными элементами электронного строения атома: квантовое состояние (спин-орбиталь), атомная орбиталь (АО), электронная оболочка, электронный слой. Определение их емкости на основе узкой формулировки принципа Паули. Последовательность заполнения электронных оболочек (энергетических уровней) многоэлектронных атомов (правило Клечковского). Электронные конфигурации атомов и одноатомных ионов. Основные принципы построения ПС Д.И. Менделеева, периодический закон и строение атома.

17. Термы многоэлектронных атомов. Правила Хунда. Основной терм электронной конфигурации атома и одноатомного иона и методика его определения. Спектры многоэлектронных атомов, правила отбора. Особенности спектров атомов щелочных металлов (на примере лития и натрия).

18. Расщепление энергетических уровней атома натрия в слабом и сильном магнитных полях. Электронный спектр атома в магнитных полях разной силы, правила отбора.

19. Оператор Гамильтона и волновая функция для молекулярных систем. Адиабатическое приближение в теории химической связи. Уравнение Шредингера для электронного и ядерного движений.

20. Вариационный принцип – основного неравенства $E \geq E_0$ для произвольной пробной функции. Вариационный принцип Ритца и его реализация для случая бинарной пробной функции.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Требования к написанию реферата

Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также



собственные взгляды на нее.

Реферат должен быть структурирован (по главам, разделам, параграфам) и включать разделы: введение, основная часть, заключение, список использованных источников. В зависимости от тематики реферата к нему могут быть оформлены приложения, содержащие документы, иллюстрации, таблицы, схемы и т.д. Объем реферата – 15-20 страниц печатного текста, включая титульный лист, введение, заключение и список литературы.

Задачами реферата являются:

1. Формирование умений самостоятельной работы с источниками литературы, их систематизация;
2. Развитие навыков логического мышления;
3. Углубление теоретических знаний по проблеме исследования.

При оценке реферата используются следующие критерии:

- новизна текста;
- обоснованность выбора источника;
- степень раскрытия сущности вопроса;
- соблюдения требований к оформлению.

Критерии оценивания реферата:

Отметка «отлично» – выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

Отметка «хорошо» – основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала, отсутствует логическая последовательность в суждениях, не выдержан объём реферата, имеются упущения в оформлении, не допускает существенных неточностей в ответе на дополнительный вопрос.

Отметка «удовлетворительно» – имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично, допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы, во время защиты отсутствует вывод.



Отметка «неудовлетворительно» – тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

Тематика рефератов выдается преподавателем, и студент выбирает тему самостоятельно в течение первых двух недель обучения.

Освоение дисциплины оценивается в форме зачета: «зачтено», «не зачтено».

Критерии оценки знаний студентов на зачете:

«Зачтено» - выставляется при условии, если студент показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает, и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.

«Не зачтено» - выставляется при наличии серьезных упущений в процессе изложения учебного материала; в случае отсутствия знаний основных понятий и определений курса или присутствии большого количества ошибок при интерпретации основных определений; если студент показывает значительные затруднения при ответе на предложенные основные и дополнительные вопросы; при условии отсутствия ответа на основной и дополнительный вопросы.



8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Основная литература

Название	Ссылка
Беданов, Р. А. Квантовая физика и элементы квантовой механики : учебник для вузов / Р. А. Беданов. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 116 с.	https://e.lanbook.com/book/505348
Краснопевцев, Е.А. Квантовая механика в приложениях к физике твердого тела : учебное пособие / Е.А. Краснопевцев. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. - 357 с. - ЭБС IPR Books. - URL: http://www.iprbookshop.ru/91725.html . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-7782-3365-2	http://www.iprbookshop.ru/91725.html
Мозолевская, Т.В. Основы квантовой механики и физики атома : учебное пособие / Т.В. Мозолевская, Ю.В. Филиппенко ; под ред. В.А. Якимова. - Москва : ИНФРА-М, 2025 - 108 с. - ЭБС Знаниум.	https://znanium.ru/catalog/document?id=464899

8.2. Дополнительная литература

Название	Ссылка
Трясучёв, В.А. Квантовая механика для студентов технических вузов : учебное пособие / В.А. Трясучёв. - Томск : Томский политехнический университет, 2017. - 156 с. - ЭБС IPR Books. - URL: http://www.iprbookshop.ru/84014.html . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-4387-0746-2	http://www.iprbookshop.ru/84014.html
Браун, А.Г. Элементы квантовой механики и физики атомного ядра : учебное пособие / А.Г. Браун, И.Г. Левитина. - 2-е изд. - Москва : ИНФРА-М, 2024 - 84 с.	https://znanium.ru/catalog/document?id=446751
Кузнецов, С.И. Физика. Волновая оптика. Квантовая природа излучения. Элементы атомной и ядерной физики : учебное пособие / С.И. Кузнецов, А.М. Лидер. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Вузовский учебник, 2024. - 212 с. - Прил.: с. 189-207. - ЭБС Знаниум.	https://znanium.ru/catalog/document?id=436939

8.3. Информационно-телекоммуникационные ресурсы сети «Интернет»

1. Образовательный портал ФГБОУ ВО «МГТУ» [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://mkgto.ru/> 2. Официальный сайт Правительства Российской Федерации. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.government.ru> 3. Информационно-правовой портал «Гарант» [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.garant.ru/> 4. Научная электронная библиотека www.eLIBRARY.RU – Режим доступа: <http://elibrary.ru/> 5. Электронный каталог библиотеки – Режим доступа: <http://lib.mkgto.ru:8004/catalog/fol2>; 6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: Режим доступа: <http://window.edu.ru/> Znanium.com. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / ООО "Научно-издательский центр Инфра-М". - Москва, 2011 - - URL: <http://znanium.com/catalog> (дата обновления: 06.06.2019). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. Фонд ЭБС формируется с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. <http://znanium.com/catalog/> Национальная электронная библиотека (НЭБ) : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры Российской Федерации, Российская государственная библиотека. - Москва, 2004 - - URL: <https://нэб.рф/>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. НЭБ - проект Российской государственной библиотеки. Начиная с 2004 г. Проект Национальная электронная библиотека (НЭБ) разрабатывается



ведущими российскими библиотеками при поддержке Министерства культуры Российской Федерации. Основная цель НЭБ - обеспечить свободный доступ гражданам Российской Федерации ко всем изданным, издаваемым и хранящимся в фондах российских библиотек изданиям и научным работам, – от книжных памятников истории и культуры, до новейших авторских произведений. В настоящее время проект НЭБ включает более 1.660.000 электронных книг, более 33.000.000 записей каталогов. РОССИЙСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА (РНБ) : сайт / Российская национальная библиотека. - Москва : РНБ, 1998. - URL: <http://nlr.ru/>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. "... одна из крупнейших в мире и вторая по величине фондов в Российской Федерации – служит российской культуре и науке, хранит национальную память, способствует просвещению населяющих Россию народов и распространению идей гуманизма. ... В фондах Библиотеки хранится более 38,6 млн экз. произведений печати и иных информационных ресурсов, в том числе и на электронных носителях, доступных широкому кругу пользователей. Ежегодно РНБ посещает около 850 тыс. читателей, которым выдается до 5 млн изданий, к ее электронным ресурсам обращаются за год свыше 10 млн удаленных пользователей. ... Сохраняя культурную и историческую преемственность, верность библиотечным традициям, заложенным еще в Императорской Публичной библиотеке, РНБ сегодня — современное информационное учреждение, оснащенное новейшим оборудованием и своевременно отвечающее на насущные вызовы времени." (цитата с сайта РНБ: http://nlr.ru/nlr_visit/RA1162/rnb-today) <https://нэб.рф/> CYBERLENINKA : научная электронная библиотека : сайт. - Москва, 2014. - . - URL: <https://cyberleninka.ru/> - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. КиберЛенинка - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии, повышение цитируемости российской науки и построение инфраструктуры знаний. <https://cyberleninka.ru/> Периодические издания доступные обучающимся и сотрудникам ФГБОУ ВО МГТУ по подписке и на основании контрактов и лицензионных соглашений. [/index.php/resursy/37-periodicheskie-izdaniya](http://index.php/resursy/37-periodicheskie-izdaniya) ХиМиК : сайт о химии / ХиМиК.ру. - Москва, [20??]. - . - URL: <http://www.xumuk.ru/>. Текст: электронный. На сайте размещены учебные материалы по различным разделам химии, представлена химическая энциклопедия (более 5000 терминов, охватывающих все разделы химии, а также пограничные области), справочник по химическим веществам, периодическая система элементов Д.И. Менделеева со ссылкой на краткую информацию об элементах в химической энциклопедии, материалы, посвященные получению и свойствам гетероциклических соединений, энциклопедия лекарственных препаратов, фармацевтический и биохимический справочники, каталог химических компаний и предприятий и другие материалы, функционирует форум проекта. <http://www.xumuk.ru/> eLIBRARY.RU. : научная электронная библиотека : сайт. - Москва, 2000. - . - URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. Платформа eLIBRARY.RU была создана в 1999 году по инициативе Российского фонда фундаментальных исследований для обеспечения российским ученым электронного доступа к ведущим иностранным научным изданиям. С 2005 года eLIBRARY.RU начала работу с русскоязычными публикациями и ныне является ведущей электронной библиотекой научной периодики на русском языке в мире. <https://elibrary.ru/defaultx.asp> ChemNet. Россия : Электронная библиотека учебных материалов по химии / Российский фонд фундаментальных исследований, Химический факультет МГУ. - Москва, [19??]. - . - URL: <http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/>. - Текст: электронный. Электронная библиотека учебных материалов по химии представляет собой фонд публикаций, подготовленных для информационного обеспечения учебных курсов по химии для студентов и аспирантов химического и ряда других факультетов МГУ, а также абитуриентов и учащихся средней школы. <http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/> IPRBooks. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / Общество с ограниченной ответственностью Компания "Ай Пи Ар Медиа". - Саратов, 2010 - . - URL: <http://www.iprbookshop.ru/586.html> - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. Является распространенным образовательным электронным ресурсом для высших и средних специальных учебных заведений, научно-исследовательских институтов, публичных библиотек, приобретающих корпоративный доступ для своих обучающихся, преподавателей и т.д. ЭБС включает учебную и научную литературу по направлениям подготовки высшего и среднего профессионального образования. <http://www.iprbookshop.ru/586.html>



9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Общие вопросы организации изучения дисциплины.

На изучение дисциплины согласно учебному плану на *очной форме обучения* отводится 108 часов, из них 51,25 контактных часов, 56,75 часов приходится для СРС. Контактные часы подразделяются на лекции (17 часов), лабораторные работы (17 часов), практические занятия (17 часов), и самостоятельная работа под руководством преподавателя (0,25 часов). На *заочной форме обучения* изучению дисциплины согласно учебному плану отводится 108 часов, из них 8,25 контактных часов и 96 час для СРС. Контактные часы подразделяются на лекции (4 часа), лабораторные работы (2 часа), практические занятия (2 часа) и контактная работа в период аттестации (0,25 часов).

Изучение курса требует посещения лекций, активной работы на лабораторных и практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой, СРС. Во время лекции студент должен вести краткий конспект. Работа с конспектом лекций предполагает в рамках СРС просмотр конспекта (желательно в тот же день после занятий). Необходимо отметить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответ на затруднительный вопрос, используя рекомендованную литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться с материалом, необходимо сформулировать вопросы и обратиться к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам (в пределах времени СРС).

Программой предусмотрен лабораторный практикум. Углубление и конкретизация знаний производится при его проведении. Необходимым условием является самостоятельная работа студентов с использованием наглядных пособий, необходимой технической документации и литературы. Каждое занятие оснащается дидактическими материалами: плакатами, схемами. Основная цель проведения этих занятий – формирование у студентов аналитического, творческого мышления путём приобретения практических навыков. Лабораторные занятия выполняют следующие задачи: стимулируют регулярное изучение рекомендованной литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу; закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой; расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков; позволяют проверить правильность ранее полученных знаний; прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления; способствуют свободному оперированию терминологией; предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов. Углубление и конкретизация знаний производится при проведении лабораторных работ. Основным методом проведения этих занятий является самостоятельная работа студентов с использованием лабораторного оборудования, наглядных пособий, необходимой технической документации и литературы. Каждое занятие оснащается дидактическими материалами: плакатами, схемами. Содержание лабораторных занятий фиксируется в РПД в разделе 5.5, настоящей программы.

При подготовке к зачету в дополнение к изучению конспектов лекций, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к зачету необходимо изучить теорию: определения всех понятий и законов до состояния понимания материала и самостоятельно решить по нескольку типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Материалы и методические рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту преподавателем и библиотекой.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

10.1. Перечень необходимого программного обеспечения

Название
Adobe Reader DC Свободная лицензия
Autodesk 3DMAX - учебная версия Свободная лицензия
Autodesk AutoCAD Свободная лицензия
QGIS Свободная лицензия
Антивирус kaspersky endpoint security Лицензионный договор от 17.02.2021 № 203-20122401

10.2. Перечень необходимых информационных справочных систем:

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам:

Название
Znaniy.com. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / ООО 'Научно-издательский центр Инфра-М'. – Москва, 2011 - - URL: http://znaniy.com/catalog (дата обновления: 06.06.2019). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. Фонд ЭБС формируется с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. http://znaniy.com/catalog/
IPRBooks. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / Общество с ограниченной ответственностью Компания 'Ай Пи Ар Медиа'. – Саратов, 2010 - . - URL: http://www.iprbookshop.ru/586.html - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст электронный. Является распространенным образовательным электронным ресурсом для высших и средних специальных учебных заведений, научно-исследовательских институтов, публичных библиотек, приобретающих корпоративный доступ для своих обучающихся, преподавателей и т.д. ЭБС включает учебную и научную литературу по направлениям подготовки высшего и среднего профессионального образования. http://www.iprbookshop.ru/586.html
Национальная электронная библиотека (НЭБ) : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры Российской Федерации, Российская государственная библиотека. – Москва, 2004 - - URL: https://нэб.рф/ . - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. НЭБ - проект Российской государственной библиотеки. Начиная с 2004 г. Проект Национальная электронная библиотека (НЭБ) разрабатывается ведущими российскими библиотеками при поддержке Министерства культуры Российской Федерации. Основная цель НЭБ - обеспечить свободный доступ гражданам Российской Федерации ко всем изданным, издаваемым и хранящимся в фондах российских библиотек изданиям и научным работам, – от книжных памятников истории и культуры, до новейших авторских произведений. В настоящее время проект НЭБ включает более 1.660.000 электронных книг, более 33.000.000 записей каталогов. РОССИЙСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА (РНБ) : сайт / Российская национальная библиотека. – Москва : РНБ, 1998. - URL: http://nlr.ru/ . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. '... одна из крупнейших в мире и вторая по величине фондов в Российской Федерации – служит российской культуре и науке, хранит национальную память, способствует просвещению населения России народов и распространению идей гуманизма. ... В фондах Библиотеки хранится более 38,6 млн экз. произведений печати и иных информационных ресурсов, в том числе и на электронных носителях, доступных широкому кругу пользователей. Ежегодно РНБ посещает около 850 тыс. читателей, которым выдается до 5 млн изданий, к ее электронным ресурсам обращаются за год свыше 10 млн удаленных пользователей. ... Сохраняя культурную и историческую преемственность, верность библиотечным традициям, заложенным еще в Императорской Публичной библиотеке, РНБ сегодня — современное информационное учреждение, оснащенное новейшим оборудованием и своевременно отвечающее на насущные вызовы времени.' (цитата с сайта РНБ: http://nlr.ru/nlr_visit/RA1162/rnb-today) https://нэб.рф/
CYBERLENINKA : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2014. - . - URL: https://cyberleninka.ru/ - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. КиберЛенинка - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии, повышение цитируемости российской науки и построение инфраструктуры знаний. https://cyberleninka.ru/
eLIBRARY.RU. : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000. - . - URL: https://elibrary.ru/defaultx.asp - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. Платформа eLIBRARY.RU была создана в 1999 году по инициативе Российского фонда фундаментальных исследований для обеспечения российским ученым электронного доступа к ведущим иностранным научным изданиям. С 2005 года eLIBRARY.RU начала работу с русскоязычными публикациями и ныне является ведущей электронной библиотекой научной периодики на русском языке в мире. https://elibrary.ru/defaultx.asp
Периодические издания доступные обучающимся и сотрудникам ФГБОУ ВО МГТУ по подписке и на основании контрактов и лицензионных соглашений. URL: https://lib.mkgto.ru/index.php/resursy/37-periodicheskie-izdaniya
ХимиК : сайт о химии / ХимиК.ру. – Москва, [20??]. - . - URL: http://www.xumuk.ru/ . Текст: электронный. На сайте



Название
размещены учебные материалы по различным разделам химии, представлена химическая энциклопедия (более 5000 терминов, охватывающих все разделы химии, а также пограничные области), справочник по химическим веществам, периодическая система элементов Д.И. Менделеева со ссылкой на краткую информацию об элементах в химической энциклопедии, материалы, посвященные получению и свойствам гетероциклических соединений, энциклопедия лекарственных препаратов, фармацевтический и биохимический справочники, каталог химических компаний и предприятий и другие материалы, функционирует форум проекта. http://www.xumuk.ru/
ChemNet. Россия : Электронная библиотека учебных материалов по химии / Российский фонд фундаментальных исследований, Химический факультет МГУ. – Москва, [19?]. - . - URL: http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/ . – Текст: электронный.Электронная библиотека учебных материалов по химии представляет собой фонд публикаций, подготовленных для информационного обеспечения учебных курсов по химии для студентов и аспирантов химического и ряда других факультетов МГУ, а также абитуриентов и учащихся средней школы. http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/

Для обучающихся обеспечен доступ (удаленный доступ) к следующим современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам:

Название
CYBERLENINKA : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2014. - . - URL: https://cyberleninka.ru/ - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. КиберЛенинка - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии, повышение цитируемости российской науки и построение инфраструктуры знаний. https://cyberleninka.ru/
Периодические издания доступные обучающимся и сотрудникам ФГБОУ ВО МГТУ по подписке и на основании контрактов и лицензионных соглашений. /index.php/resursy/37-periodicheskie-izdaniya
ХиМиК : сайт о химии / ХиМиК.ру. – Москва, [20?]. - . - URL: http://www.xumuk.ru/ . Текст: электронный.На сайте размещены учебные материалы по различным разделам химии, представлена химическая энциклопедия (более 5000 терминов, охватывающих все разделы химии, а также пограничные области), справочник по химическим веществам, периодическая система элементов Д.И. Менделеева со ссылкой на краткую информацию об элементах в химической энциклопедии, материалы, посвященные получению и свойствам гетероциклических соединений, энциклопедия лекарственных препаратов, фармацевтический и биохимический справочники, каталог химических компаний и предприятий и другие материалы, функционирует форум проекта. http://www.xumuk.ru/
eLIBRARY.RU. : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000. - . - URL: https://elibrary.ru/defaultx.asp . - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. Платформа eLIBRARY.RU была создана в 1999 году по инициативе Российского фонда фундаментальных исследований для обеспечения российским ученым электронного доступа к ведущим иностранным научным изданиям. С 2005 года eLIBRARY.RU начала работу с русскоязычными публикациями и ныне является ведущей электронной библиотекой научной периодики на русском языке в мире. https://elibrary.ru/defaultx.asp
Znaniy.com. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / ООО 'Научно-издательский центр Инфра-М'. – Москва, 2011 - - URL: http://znaniy.com/catalog (дата обновления: 06.06.2019). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. Фонд ЭБС формируется с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. http://znaniy.com/catalog/
IPRBooks. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / Общество с ограниченной ответственностью Компания 'Ай Пи Ар Медиа'. – Саратов, 2010 - . - URL: http://www.iprbookshop.ru/586.html - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. Является распространенным образовательным электронным ресурсом для высших и средних специальных учебных заведений, научно-исследовательских институтов, публичных библиотек, приобретающих корпоративный доступ для своих обучающихся, преподавателей и т.д. ЭБС включает учебную и научную литературу по направлениям подготовки высшего и среднего профессионального образования. http://www.iprbookshop.ru/586.html
ChemNet. Россия : Электронная библиотека учебных материалов по химии / Российский фонд фундаментальных исследований, Химический факультет МГУ. – Москва, [19?]. - . - URL: http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/ . – Текст: электронный.Электронная библиотека учебных материалов по химии представляет собой фонд публикаций, подготовленных для информационного обеспечения учебных курсов по химии для студентов и аспирантов химического и ряда других факультетов МГУ, а также абитуриентов и учащихся средней школы. http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/



11. Описание материально-технической базы необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Наименования специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Лаборатория физической химии (1-326), 385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Первомайская, дом № 191, Здание учебного корпуса	Доска, рабочее место преподавателя, учебные наглядные пособия, справочная литература Стол 2-х местный студенческий – 12 шт. Стол преподавателя – 1 шт. Стулья студенческие – 24 шт. Доска школьная 3-х створчатая – 1 шт. Проектор Beng MS 500 DLP2500 ANSI SVQA 800x600 Экран для проекционной техники Projecta ProView на штативе 178x178 Интерактивная доска Legamaster Professional 120x67 Интерактивная доска для обучения и презентаций Presenter EP93 Моноблок MSI AP 1920-095 RRUM ФУ Canon- SENSYS MF 4430 Системный блок KRAFTWAV credo KS35C 2800/512/805/1 Лабораторное оборудование: 1. Класс-комплект лаборатория для экологических исследований воды, воздуха, почвы «ЭХБ» 8.300.3 – 9 шт; 2. Прибор для определения ОВ и V-газов в воздухе – 2 шт; 3. Барометр-анероид – 2 шт; 4. Анемометр крыльчатый – 1 шт; 5. Гигрометр М34 – 1 шт; 6. Аспиратор А-800 – 2 шт; 7. Микроскоп МСБ-10 – 1 шт; 8. Микроскоп МБУ 4А – 1 шт; 9. Микроскоп светлый ХХ – 2 шт;	Microsoft Office Word 2010 Номер продукта 14.0.6024.1000 SP1 MSO(14.0.6024.1000)02260-018-0000106-4809 5 Adobe Reader DC Свободная лицензия Autodesk 3D MAX - учебная версия Свободная лицензия Autodesk AutoCAD Свободная лицензия QGIS Свободная лицензия Антивирус kaspersky endpoint security Лицензионный договор от 17.02.2021 № 203-20122401
Лаборатория электричества и магнетизма (1-221) 385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Первомайская, дом № 191, Здание учебного корпуса	Комплект оборудования для проведения экспериментов «Оптика», наглядные пособия	УП ВО v22.4.73, от 17.11.2017 ОС Windows 7 Профессиональная, Microsoft Corp VLC Media Player, VideoLAN 01.02.2019, свободная лицензия

