

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Факультет аграрных технологий

Кафедра химии и физико-химических методов исследования



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.Б.23 Химия и физика твердого тела

**по направлению
подготовки бакалавров** 18.03.01. Химическая технология

по профилю подготовки Химическая технология синтетических биологически
активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и
косметических средств

программа подготовки академический бакалавриат

форма обучения Очная, заочная

год начала подготовки 2019

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью курса «Химия и физика твердого тела» теоретическая подготовка по химии и физике твердого тела для применения этих знаний при работе в различных областях науки и техники. Подробный анализ решений простейших квантово-механических задач и рассмотрение модельных систем в теории химической связи и физики поверхности 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.

Задачами дисциплины являются изучение:

- освоение знаний о фундаментальных физических законах и принципах, лежащих в основе современной физики твердого тела; наиболее важных открытиях в области химии и физики твердого тела, 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 в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина входит в перечень курсов базовой части. Курс «Химия и физика твердого тела» логически и методически связан с дисциплинами математика, физика, квантовая механика и квантовая химия, статистическая физика, электрохимия, коррозия и защита металлов, прикладная электрохимия. Он необходим для успешного освоения теоретических основ неорганической и органической химии, строения вещества, физических методов исследования структуры молекулярных систем.

Студенты, изучающие дисциплину «Химия и физика твердого тела», должны иметь базовые знания по математике и физике.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-1 обладать способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

ОПК – 2 использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы

ОПК-3 использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире

ПК-16 проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов

ПК-19 готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования

В результате изучения дисциплины бакалавр должен:

Знать: содержание основных разделов курса,

Уметь: формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей.

Владеть: приемами и технологиями целеполагания, реализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач.

Иметь представление:

- о физике твердого тела как разделе физики, ее задачах и методах их решения;
- об основных процессах в кристаллах;
- о видах кристаллических решеток и их основных характеристиках;
- о динамике кристаллических решеток;
- о статистике электронов и видах проводимости в различных видах кристаллических веществ;
- об устройствах, основанных на различных видах проводимости;

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов).

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы для ОФО

Вид учебной работы	Всего часов/з.е.	Семестры			
		7			
Контактные часы (всего)	85,35/2,37	85,35/2,37			
В том числе:					
Лекции (Л)	34/0,94	34/0,94			
Практические занятия (ПЗ)	51/1,43	51/1,43			
Семинары (С)	-	-			
Лабораторные работы (ЛР)	-	-			
Самостоятельная работа студентов (СР) (всего)	59/1,63	59/1,63			
В том числе:					
Курсовой проект (работа)	-	-			
Расчетно-графические работы	-	-			
Реферат	8/0,22	8/0,22			
<i>Другие виды СРС (если предусматриваются, приводится перечень видов СРС)</i>					
1. Изучение тем с помощью рекомендованных источников	25/0,69	25/0,69			
2. Решение задач	26/0,72	26/0,72			
КРАТ	0,35/0,01				
Форма промежуточной аттестации: экзамен	35,65/0,99				
Общая трудоемкость	180/5,0	180/5,0			

4.2. Объем дисциплины и виды учебной работы для ЗФО

Вид учебной работы	Всего часов/з.е.	Семестры			
		7			
контактные часы (всего)	16/0,45	16/0,45			
В том числе:					
Лекции (Л)	6/0,17	6/0,17			
Практические занятия (Пр)	10/0,28	10/0,28			
Семинары (С)	-	-			
Лабораторные работы (ЛР)	-	-			
Самостоятельная работа студентов (СР)	155/4,30	155/4,30			
В том числе:					
Курсовой проект (работа)	-	-			
Расчетно-графические работы	-	-			
Реферат	36/1	36/1			
<i>Другие виды СРС (если предусматриваются, приводится перечень видов СРС)</i>					
1. Изучение тем с помощью рекомендованных источников	26/0,72	26/0,72			
2. Составление плана-конспекта	24/0,67	24/0,67			
3. Решение задач	30/0,83	30/0,83			
4. Проработка учебного материала по конспектам и учебной литературе.	39/1,08	39/1,08			
<i>КРАТ</i>	0,35/0,01				
Форма промежуточной аттестации: экзамен	8,65/0,24				
Общая трудоемкость	180/5,0	180/5,0			

5. Структура и содержание дисциплины
5.1. Структура дисциплины для очной формы обучения

п/п	Раздел дисциплины	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
			Л	ЛР	С/ПЗ	КРАТ	СРП	Контроль		СР
5 семестр										
1.	Классификация твердых тел. Принципы физико-химического анализа	1-2	4/0,11		4/0,11					Проверка домашнего задания.
2.	Электронная структура твердых тел	3-4	4/0,11		4/0,11					Блиц-опрос.
3.	Динамика кристаллической решетки	5-6	4/0,11		4/0,11					Проверка домашнего задания.
4.	Дефекты в твердых телах	7-8	4/0,11		4/0,11				11/0,31	Коллоквиум.
5.	Линейные и плоские дефекты	9-10	4/0,11		4/0,11				11/0,31	Блиц-опрос.
6.	Объемные дефекты в твердых телах	11-12	4/0,11		8/0,22				11/0,31	Изучение тем с помощью рекомендованных источников
7.	Явления на поверхности твердых тел	13-14	4/0,11		11/0,32				21/0,57	Реферат, решение задач
8.	Реакционная способность твердых тел	15-16	6/0,17		12/0,34				5/0,13	Блиц-опрос
9.	Промежуточная аттестация: экзамен	17								экзамен в устной форме
	Итого:		34/0,94		51/1,43	0,35/0,01		35,65/0,99	59/1,63	

5.2. Структура дисциплины для заочной формы обучения

п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)						СР
		Л	ЛР	С/ЛЗ	КРАТ	СРП	Контроль	
6 семестр								
1.	Классификация твердых тел. Принципы физико-химического анализа			2/0,056				18/0,5
2.	Электронная структура твердых тел	2/0,056						18/0,5
3.	Динамика кристаллической решетки	2/0,056		2/0,056				20/0,56
4.	Дефекты в твердых телах	1/0,028		2/0,056				20/0,56
5.	Линейные и плоские дефекты	1/0,028						20/0,55
6.	Объемные дефекты в твердых телах			2/0,056				24/0,66
7.	Явления на поверхности твердых тел			2/0,056				35/0,97
8.	Реакционная способность твердых тел							
9.	Подготовка к модулю							
10.	Промежуточная аттестация: экзамен				035/0,01		35,65/0,99	экзамен в устной форме
	Итого	6/0,17		10/0,28	035/0,01		8,65/0,24	155/4,30

5.3. Содержание разделов дисциплины «Химия и физика твердого тела», образовательные технологии

Лекционный курс

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы / з.е.)		Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8
Тема 1	Классификация твердых тел. Принципы физико-химического анализа	4/0,11		Классификация твердых тел. природа химической связи. Основы химической термодинамики. Основные понятия статистической физики. Принципы физико-химического анализа. Теория твердых растворов. Закономерности механики молекулярных процессов. Симметрия в твердых телах. Кристаллографическое и кристаллохимическое описание твердых тел.	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-16 ПК-19	Знать: содержание основных разделов курса, Уметь: формулировать цели личного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей. Владеть: приемами и технологиями целеполагания, реализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач.	Лекции-визуализации
Тема 2	Электронная структура твердых тел	4/0,11	2/0,056	Зонный характер энергетического спектра электронов в твердых телах. Энергетический спектр электронов в твердом кристалле. Построение зон Бриллюэна. Заполнение зон электронами.. Построение поверхностей Ферми. Поверхности Ферми в металлах с	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-16 ПК-19	Иметь представление: о физике твердого тела как разделе физики, ее задачах и методах их решения;	

				частично заполненными d- и f-оболочками. Зонная структура полупроводников. Плотность квантовых состояний в зонах и их распределение по энергиям. Экспериментальное подтверждение существования зонной структуры твердых тел.		об основных процессах в кристаллах; о видах кристаллических решеток и их основных характеристиках; о динамике кристаллических решеток; о статистике электронов и видах проводимости в различных видах кристаллических веществ; об устройствах, основанных на различных видах проводимости;
Тема 3	Динамика кристаллической решетки	4/0,11	2/0,056	Виды динамики твердых тел. Континуальный анализ упругости твердых тел. Определение упругого модуля твердого тела. Атомистический анализ динамики кристаллической решетки. Свойства твердых тел, формируемые фоновым спектром. Эффекты ангармонизма колебаний атомов кристаллических решеток.	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-16 ПК-19	
Тема 4	Дефекты в твердых телах	4/0,11	1/0,028	Общие представления о дефектах в кристаллах. Вакансии в металлах и сплавах. Вакансии в ковалентных и ионных кристаллах. Миграция вакансий и самодиффузия атомов в кристаллах. Антиструктурные дефекты. Термодинамика собственных точечных дефектов. Примесные точечные дефекты. термодинамическое описание примесной растворимости в кристалле. Макроскопическая модель растворения примесей в узлах и междоузлиях кристаллической решетки.	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-16 ПК-19	Знать: содержание основных разделов курса, Уметь: формулировать цели личного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей. Владеть: приемами и технологиями целеполагания,

Тема 5	Линейные и плоские дефекты	4/0,11	1/0,028	Общие представления о дислокациях. Энергетика и источники дислокаций. Взаимодействия дислокаций с дефектами. Плоские дефекты.	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-16 ПК-19	<p>реализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач.</p> <p>Иметь представление:</p> <ul style="list-style-type: none"> о физике твердого тела как разделе физики, ее задачах и методах их решения; об основных процессах в кристаллах; о видах кристаллических решеток и их основных характеристиках; о динамике кристаллических решеток; о статистике электронов и видах проводимости в различных видах кристаллических веществ; об устройствах, основанных на различных видах проводимости;
Тема 6	Объемные дефекты в твердых телах	4/0,11		Виды объемных дефектов. Макронапряжения. Трещины. Поры. Проявление объемных дефектов.	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-16 ПК-19	
Тема 7	Явления на поверхности твердых тел	4/0,11		Общие представления о поверхности твердых тел. Структура и энергетика поверхности. Электронная эмиссия и поверхностная ионизация. Адсорбция на поверхности твердых тел. Виды и природа адсорбции. Применение адсорбции в научном эксперименте и технике. Поверхностная диффузия.	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-16 ПК-19	
Тема 8	Реакционная способность твердых тел	6/0,17		Типы твердотельных реакций. Реакции твердое тело-газ. Реакции твердое тело-жидкость. Реакции твердое тело-твердое тело. Твердофазные реакции с тугоплавкими соединениями. Внутритвердотельные реакции.	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-16 ПК-19	
Итого		34/0,94	6/0,17			

5.4. Практические и семинарские занятия, их наименование, содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование семинарских занятий	Объем в часах / трудоемкость в з.е.	
			ОФО	ЗФО
1.	Классификация твердых тел. Принципы физико-химического анализа	Термодинамические расчеты. Построение диаграмм по физико-химическому анализу	4/0,11	2/0,056
2.	Электронная структура твердых тел	Расчет зонных диаграмм	4/0,11	2/0,056
3.	Динамика кристаллической решетки	Расчет упругих характеристик твердых тел	4/0,11	2/0,056
4.	Дефекты в твердых телах	Вакансии в металлах и сплавах. Вакансии в ковалентных и ионных кристаллах	8/0,22	2/0,056
5.	Линейные и плоские дефекты	Зонные диаграммы металлов и сплавов в присутствии линейных и плоских дефектов.	8/0,22	2/0,056
6.	Объемные дефекты в твердых телах	Расчет макронапряжений	12/0,33	
7.	Явления на поверхности твердых тел	Построение энергетических диаграмм и граничных поверхностей МО, расчет энергетики поверхности твердых тел различной природы	1/0,03	
8.	Реакционная способность твердых тел	Реакции твердое тело-газ. Реакции твердое тело-жидкость. Реакции твердое тело-твердое тело. Твердофазные реакции с тугоплавкими соединениями. Внутритвердотельные реакции.	10/0,28	
Итого:			51/1,43	10/0,28

5.5. Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены.

5.6. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовые проекты(работы) учебным планом не предусмотрены

5.7. Самостоятельная работа студентов

Содержание и объем самостоятельной работы студентов

№ п/п	Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятельного изучения	Сроки выполнения	Объем в часах / трудоемкость в з.е.	
				ОФО	ЗФО
1.	Классификация твердых тел. Принципы физико-химического анализа	Составление плана-конспекта Проработка учебного материала	2-3 недели		18/0,5
2.	Электронная структура твердых тел	Составление плана-конспекта Проработка учебного материала	4-5 недели		18/0,5
3.	Динамика кристаллической решетки	Составление плана-конспекта Проработка учебного материала	6-7 недели		20/0,56
4.	Дефекты в твердых телах	Составление плана-конспекта Проработка учебного материала	8-9 недели	17/0,47	20/0,56
5.	Линейные и плоские дефекты	Составление плана-конспекта Проработка учебного материала	10-11 недели		20/0,56
6.	Объемные дефекты в твердых телах	Составление плана-конспекта Проработка учебного материала Составление и защита рефератов Решение задач	12-13 недели	21/0,58	20/0,56
7.	Явления на поверхности твердых тел	Составление плана-конспекта Проработка учебного материала Составление и защита рефератов Решение задач	14-15 недели	21/0,58	39/1,08
8.	Классификация твердых тел. Принципы физико-химического анализа	Составление плана-конспекта Проработка учебного материала	16 -17 неделя		
Итого:				59/1,63	155/4,30

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

6.2 Литература для самостоятельной работы

а) основная литература

1. Стрекалов, Ю.А. Физика твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.А. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - Москва: РИОР: Инфра-М, 2013. - 307 с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/document?id=71904>

2. Гуртов, В.А. Физика твердого тела для инженеров [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Гуртов, Р.Н. Осауленко; под ред. Л.А. Алешина. - Москва: Техносфера, 2012. - 560 с. - ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26903.html>

3. Бутягин, П.Ю. Химическая физика твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие / П.Ю. Бутягин. - Москва: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2006. - 272 с. - ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13047.html>

б) дополнительная литература

1. Разумовская, И.В. Физика твердого тела. Ч. 2. Динамика кристаллической решетки. Тепловые свойства решетки [Электронный ресурс] / И.В. Разумовская. - Москва: Прометей, 2011. - 64 с. - ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9611.html>

2. Физика твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Г. Браун, Е.Э. Винке, О.А. Краскина - Москва: ИНФРА-М, 2015. - 208 с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/document?id=71166>

3. Физика твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Г. Браун, Е.Э. Винке, О.А. Краскина - Москва: ИНФРА-М, 2015. - 208 с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/document?id=71166>

4. Артамонова, О.В. Химия твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.В. Артамонова. - Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. - 168 с. - ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55066.html>

Информационно-телекоммуникационные ресурсы сети «Интернет».

1. Образовательный портал ФГБОУ ВО «МГТУ» [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://mkgtu.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.mkgtu.ru:8004/catalog/fo12;>

6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

Согласовано
Библиотекой МГТУ
/САМУСОВА Е. В. /

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 семестра согласно учебному плану)	Наименование учебных дисциплин, формирующих компетенции в процессе освоения образовательной программы
<i>ОПК-1 обладать способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</i>	
1,2,3,4	Физика
56	Физическая химия
5	Квантовая механика и квантовая химия
7	<i>Химия и физика твердого тела</i>
8	Статистическая физика
8	Научно-исследовательская работа
А	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
А	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты
<i>ОПК-2 использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы</i>	
1,2,3,4	Физика
56	Физическая химия
5	Квантовая механика и квантовая химия
7	<i>Химия и физика твердого тела</i>
8	Статистическая физика
8	Научно-исследовательская работа
А	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
А	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты
<i>ОПК-3– использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире</i>	
1,2,3,4	Физика
56	Физическая химия
5	Квантовая механика и квантовая химия
7	<i>Химия и физика твердого тела</i>

8	Статистическая физика
8	Научно-исследовательская работа
A	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
A	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты
ПК-16 проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов	
1,2,3,4	Физика
56	Физическая химия
5	Квантовая механика и квантовая химия
7	<i>Химия и физика твердого тела</i>
8	Статистическая физика
8	Научно-исследовательская работа
A	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
A	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты
ПК-19 готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	
1,2,3,4	Физика
56	Физическая химия
5	Квантовая механика и квантовая химия
7	<i>Химия и физика твердого тела</i>
8	Статистическая физика
8	Научно-исследовательская работа
A	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
A	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

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

Планируемые результаты освоения компетенции (в рамках дисциплины, модуля, практики)	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
ОПК-1 обладать способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности					
Знать: способы реализации задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм творческого потенциала	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Реферат, вопросы к зачету
Уметь: Определять круг задач в поставленной цели, определяет связи между	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие	Сформированные умения	

ними; Предлагать способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивать предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта			ошибки		
Владеть: способами решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивания предложенных способов с точки зрения соответствия цели проекта	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков В систематическом применении навыков допускаются пробелы		Успешное и систематическое применение навыков	
ОПК-2 использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы					
Знать: способы реализации задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм творческого потенциала	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Реферат, вопросы к зачету
Уметь: Определять круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними; Предлагать способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивать предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
Владеть: способами решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивания предложенных способов с точки зрения соответствия цели проекта	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	Успешное и систематическое применение навыков	
ОПК-3– использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств					

материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающей среде					
Знать: базовые знания в области квантовой механики и квантовой химии физики при планировании работ химической направленности	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Реферат, вопросы к зачету
Уметь: Обрабатывать данные использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
Владеть: способами интерпретации результатов химических наблюдений с использованием физических законов и представлений	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	
ПК-16 проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов					
Знать: базовые знания в области квантовой механики и квантовой химии физики при планировании работ химической направленности	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Реферат, вопросы к зачету
Уметь: Обрабатывать данные использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
Владеть: способами интерпретации результатов химических наблюдений с использованием физических законов и представлений	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

ПК-19 готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования					
Знать: базовые знания в области квантовой механики и квантовой химии физики при планировании работ химической направленности	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Реферат, вопросы к зачету
Уметь: Обрабатывать данные использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
Владеть: способами интерпретации результатов химических наблюдений с использованием физических законов и представлений	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

7.3 Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов к зачету по дисциплине «Химия и физика твердого тела» 1. Теоретические вопросы

1. Классификация твердых тел. природа химической связи.
2. Основы химической термодинамики.
3. Основные понятия статистической физики.
4. Принципы физико-химического анализа.
4. Теория твердых растворов.
5. Закономерности механики молекулярных процессов.
6. Симметрия в твердых телах.
7. Кристаллографическое и кристаллохимическое описание твердых тел.
8. Зонные диаграммы. принципы построения.
9. Энергетический спектр электронов в твердом кристалле.
10. Построение зон Бриллюэна.
11. Построение поверхностей Ферми.
12. Зонная структура полупроводников.
13. Плотность квантовых состояний в зонах и их распределение по энергиям.
14. Экспериментальное подтверждение существования зонной структуры твердых тел.
15. Виды динамики твердых тел.

16. Континуальный анализ упругости твердых тел.
17. Определение упругого модуля твердого тела.
18. Атомистический анализ динамики кристаллической решетки.
19. Свойства твердых тел, формируемые фоновым спектром.
20. Эффекты ангармонизма колебаний атомов кристаллических решеток

34.

II. Практические вопросы

1. Опишите одноэлектронное приближение. Сформулируйте теорему Блоха и объясните ее значение для физики твердого тела.
2. Определить число элементарных ячеек кристалла объемом $V=1$ м³ хлористого цезия (решетка объемно-центрированная кубической сингонии).
3. Пользуясь классической теорией, вычислите удельные теплоемкости с кристаллов NaCl и CaCl₂.
4. Кристаллическое состояние и его классификация. Аморфное и жидкое состояние.
5. Структура энергетических зон твердого тела.
6. Основные приближения простого метода МОХ. Полуэмпирические уравнения Хюккеля как следствие неэмпирических уравнений Рутана. Определение качественных характеристик сопряженных и ароматических углеводородов – вида МО ЛКАО и формы МО, энергетических диаграмм, зарядов на атомах, порядков связи, индексов свободной валентности и энергии делокализации электронной плотности. Молекулярные диаграммы. (на примере молекулы бутадиена).
7. Сравнить описание молекулы (молекулярного иона, фрагмента молекулы) в методах ВС и МО.
8. Определить число элементарных ячеек кристалла объемом $V=1$ м³ кобальта, имеющего гексагональную структуру с плотной упаковкой.
9. Найти плотность ρ кристалла неона (при 20 К), если известно, что решетка гранецентрированная кубической сингонии. Постоянная a решетки при той же температуре равна 0,452 нм.
10. Найти частоту ν колебаний атомов серебра по теории теплоемкости Эйнштейна, если характеристическая температура θ_E серебра равна 165К.

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

а) основная литература

1. Стрекалов, Ю.А. Физика твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.А. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - Москва: РИОР: Инфра-М, 2013. - 307 с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/document?id=71904>

2. Гуртов, В.А. Физика твердого тела для инженеров [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Гуртов, Р.Н. Осауленко; под ред. Л.А. Алешина. - Москва: Техносфера, 2012. - 560 с. - ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26903.html>

3. Бутягин, П.Ю. Химическая физика твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие / П.Ю. Бутягин. - Москва: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2006. - 272 с. - ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13047.html>

б) дополнительная литература

1. Разумовская, И.В. Физика твердого тела. Ч. 2. Динамика кристаллической решетки. Тепловые свойства решетки [Электронный ресурс] / И.В. Разумовская. - Москва: Прометей, 2011. - 64 с. - ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9611.html>

2. Физика твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Г. Браун, Е.Э. Винке, О.А. Краскина - Москва: ИНФРА-М, 2015. - 208 с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/document?id=71166>

3. Физика твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Г. Браун, Е.Э. Винке, О.А. Краскина - Москва: ИНФРА-М, 2015. - 208 с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/document?id=71166>

4. Артамонова, О.В. Химия твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.В. Артамонова. - Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. - 168 с. - ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55066.html>

Информационно-телекоммуникационные ресурсы сети «Интернет».

1. Образовательный портал ФГБОУ ВО «МГТУ» [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://mkgtu.ru/>

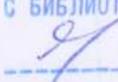
2. Официальный сайт Правительства Российской Федерации. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.government.ru>

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.mkgtu.ru:8004/catalog/fol2;>

6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

СОГЛАСОВАНО
С БИБЛИОТЕКОЙ МГТУ

/САМУСОВА Е.Е./

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)

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, позволяют:

- организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов;
- контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования;
- автоматизировать расчеты аналитических показателей, предусмотренные программой научно-исследовательской работы;
- автоматизировать поиск информации посредством использования справочных систем.

10.1. Перечень необходимого программного обеспечения

Наименование программного обеспечения, производитель	Реквизиты подтверждающего документа (№ лицензии, дата приобретения, срок действия)
Microsoft Office Word 2010	Номер продукта 14.0.6024.1000 SP1 MSO (14.0.6024.1000) 02260-018-0000106-48095
УП ВО	v22.4.73, от 17.11.2017
Kaspersky Anti-virus 6/0	№ лицензии 26FE-000451-5729CF81 Срок лицензии 07.02.2020
Adobe Reader 9	Бесплатно, 01.02.2019,
ОС Windows 7 Профессиональная, Microsoft Corp.	№ 00371-838-5849405-85257, 23.01.2012, бессрочный
VLC Media Player, VideoLAN	01.02.2019, свободная лицензия
7-zip.org	GNU LGPL
Inkscape - профессиональный векторный графический редактор для Linux, Windows и macOS.	Свободно распространяемое ПО GNU GENERAL PUBLIC LICENSE Version 3, 29 June 2007
Офисный пакет WPSOffice	Свободно распространяемое ПО
GIMP - растровый графический редактор для Linux, Windows	Свободно распространяемое ПО Стандартная Общественная Лицензия GNU(GNUGPL), опубликованная Фондом свободного программного обеспечения (FSF)
QGIS - географическая информационная система (ГИС) Производитель: Фонд по открытому геопространственному программному обеспечению (OSGeo)	Свободно распространяемое ПО GNUGeneralPublicLicense.
Autodesk AutoCAD - Профессиональное ПО для 2D и 3D проектирования Производитель: Компания Autodesk	Учебная версия
Autodesk 3D MAX - Программа для 3D-моделирования, анимации и визуализации	Учебная версия

Производитель: Компания Autodesk	
Oracle VM VirtualBox- программный продукт виртуализации для операционных систем Microsoft Windows, Linux, FreeBSD, macOS, Solaris/OpenSolaris, ReactOS, DOS и других Производитель: Oracle	Универсальная общедоступная лицензия GNU

10.2. Перечень необходимых информационных справочных систем

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

1. Электронная библиотечная система «Консультант студента» (<http://www.studentlibrary.ru/>)
2. Электронная библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru/>)
3. Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM» (<http://www.znanium.com>).

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

1. Консультант Плюс – справочная правовая система (<http://consultant.ru>)
2. Web of Science (WoS) (<http://apps.webofknowledge.com>)
3. Научная электронная библиотека (НЭБ) (<http://www.elibrary.ru>)
4. Электронная Библиотека Диссертаций (<https://dvs.rsl.ru>)

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

№ п/п	Название лаборатории	Номер аудитории	Количество посадочных мест	Перечень основного учебно-лабораторного оборудования	Закрепленная кафедра
Кафедра экологии и защиты окружающей среды					
1.	Лаборатория пожарной безопасности	а.226	24	Стол 2-х местный лабораторный – 6 шт. Стол 2-х местный студенческий – 6 шт. Стол преподавателя – 1 шт. Стулья студенческие – 24 шт. Доска школьная 3-х створчатая – 1 шт. Проектор BENG MS 500 DLP2500ANSI SVQA 800x600 Проектор BENG MP523 настольный Экран для проекционной техники ProjectaProView на штативе 178x178 Интерактивная доска Legamaster Professional 120x67 Интерактивная доска для обучения и презентаций Presenter EP93 Стенд-тренажер «Система	Кафедра экологии и защиты окружающей среды

СОГЛАСОВАНО
МЕДИТЕКОЙ МГТУ

САМУСОВА Е.Е.

				<p>противопожарного водоснабжения» для проведения учебных работ по противопожарному водоснабжению;</p> <p>Демонстрационно-тренажерный стенд «Системы оповещения»;</p> <p>Стенд-планшет «Планы пожарной эвакуации»; демонстрационный материал.</p> <p>Набор наглядных пособий по дисциплинам специальности 20.05.01 Пожарная безопасность</p>	
2.	Лаборатория техносферной безопасности	225	24	<p>Доска, рабочее место преподавателя, учебные наглядные пособия, справочная литература</p> <p>Стол 2-х местный студенческий – 12 шт.</p> <p>Стол преподавателя – 1 шт.</p> <p>Стулья студенческие – 24 шт.</p> <p>Доска школьная 3-х створчатая – 1 шт.</p> <p>Проектор Beng MS 500 DLP2500ANSI SVQA 800x600</p> <p>Экран для проекционной техники ProjectaProView на штативе 178x178</p> <p>Интерактивная доска Legamaster Professional 120x67</p> <p>Интерактивная доска для обучения и презентаций Presenter EP93</p> <p>Моноблок MSI AP 1920-095 RRU</p> <p>МФУ Canon- SENSYS MF 4430</p> <p>Системный блок KRAFTWAV credo KS35C 2800/512/805/1</p> <p>Лабораторное оборудование:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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; 	Кафедра экологии и защиты окружающей среды

				<p>10. Микроскоп МИУ -1 – 2 шт; 11. Микроскоп МИУ-9 1 шт; 12. Газоанализатор УГ-2 – 1 шт; 13. Анемометр ручной - 1 шт; 14. Разновес 4 класс – 1 компл.; 15. Люксметр Ю116 – 1 шт; 16. Титрометр -1 шт; 17. Газоанализатор 102 ФА01М – 1 шт; 18. Газоанализатор ГАИ-1 – 1 шт; 19. Весы ТУР PRL Т А13 – 1 шт; 20. Фотокалориметр КФК-2-УХЛ 4.2 – 2 шт; 21. Весы ВЛА-200м – 1 шт; 22. Газоанализатор КВО ОБ020045 – 1 шт; Набор наглядных пособий по дисциплинам направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность; Направления подготовки магистратуры 20.04.01 Техносферная безопасность.</p>	
Помещение для самостоятельной работы					
3.	Лаборатория техносферной безопасности; Лаборатория пожарной безопасности.	225 226	10	Учебные наглядные пособия, справочная литература; Моноблок MSI AP 1920-095 RRU; МФУ Canon- SENSYS MF 4430;	Кафедра экологии и защиты окружающей среды
4.	Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:	225,226			Кафедра экологии и защиты окружающей среды

Дополнения и изменения в рабочей программе
за _____ / _____ учебный год

В рабочую программу _____
(наименование дисциплины)

для направления (специальности) _____
(номер направления)

вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес _____
(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры

(наименование кафедры)

«__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ (подпись) _____ (Ф.И.О.)