

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Института химии  
д.х.н., проф. Горячева И.Ю.

"27" сентября 2021 г.

Рабочая программа дисциплины  
Химия твердого тела

Направление подготовки бакалавриата  
04.03.01 Химия

Профили подготовки бакалавриата  
Аналитическая химия и химическая экспертиза  
Физическая химия  
Химия низко- и высокомолекулярных органических веществ

Квалификация (степень) выпускника  
Бакалавр

Форма обучения  
очная

Саратов,  
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Маркин Алексей Викторович		27.09.21
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна		27.09.21
Заведующий кафедрой	Черкасов Дмитрий Геннадиевич		27.09.21
Специалист Учебного управления			

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Химия твердого тела» (ХТТ) является формирование у студентов общих представлений об особенностях строения и реакционной способности твердых тел (ТТ), а также основных методах их получения и исследования.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Химия твердого тела» (Б1.О.04) относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» рабочего учебного плана ООП по направлению 04.03.01 Химия, профили «Аналитическая химия и химическая экспертиза», «Химия низко- и высокомолекулярных органических веществ», «Физическая химия» и изучается в 8 семестре. Этот курс логически и содержательно-методически связан с предшествующими курсами «Неорганическая химия», «Физическая химия», «Органическая химия», «Высокомолекулярные соединения», «Квантовая химия» и «Аналитическая химия» в объеме курсов ООП по направлению 04.03.01 «Химия».

Для успешного освоения дисциплины студент должен:

**знать** фундаментальные разделы физической химии (в особенности строение вещества, квантовую и коллоидную химию), а также основы молекулярной спектроскопии и методы синтеза и исследования органических и неорганических веществ;

**уметь** решать типовые задачи, выполнять типовые экспериментальные действия, производить поиск и анализ актуальной информации;

**владеть** основополагающими химическими понятиями, теориями, законами и закономерностями, а также основными методами научного познания.

Знания и навыки, полученные при освоении дисциплины «Химия твердого тела» будут в дальнейшем необходимы для освоения последующих дисциплин курса магистратуры в объеме курсов ООП по направлению 04.03.01 «Химия», а также будут использованы при выполнении, оформлении и защите выпускной квалификационной работы.

В ходе освоения дисциплины студенты узнают определение и границы применения ХТТ и основные особенности строения ТТ с точки зрения химии. Получат представления о зонной теории и электропроводности ТТ, причинах образования дефектов и их влиянии на структурно-чувствительные свойства ТТ. Ознакомятся с подходами анализа состава и строения ТТ и особенностями ХТТ наноструктурированных материалов. Овладеют навыками теоретического изучения ТТ методами квантовой химии. Научатся использовать знания о строении и реакционной способности ТТ в своей квалификационной работе. Научатся правильно подбирать методы исследования ТТ в соответствии с целями и задачами исследования и возможностями конкретного метода, а также проводить обработку и интерпретацию экспериментальных данных.

### 3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<p><b>УК-1.</b> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>	<p><b>1.1_Б.УК-1.</b> Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи. <b>2.1_Б.УК-1.</b> Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи. <b>3.1_Б.УК-1.</b> Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки. <b>4.1_Б.УК-1.</b> Грамотно, логично, аргументировано формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности. <b>5.1_Б.УК-1.</b> Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.</p>	<p><b>Знать:</b> - основные образовательные Интернет-ресурсы (сайты справочной информации; российские интернет-ресурсы по химическому образованию), необходимые для решения поставленных задач. <b>Уметь:</b> - проводить поиск информации по дисциплине в сети Интернет; - анализировать найденную информацию; - использовать программы по сбору, обработке, хранению и передаче информации (MicrosoftExcel, ChemDraw), необходимые для решения поставленных задач. <b>Владеть:</b> - способами создания и представления компьютерных презентаций в образовательных целях (PowerPoint).</p>
<p><b>ОПК-3.</b> Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники</p>	<p><b>ОПК-3.1.</b> Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности. <b>ОПК-3.2.</b> Использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности. <b>ОПК-3.3.</b> Решает задачи химической направленности с использованием специализированного программного обеспечения.</p>	<p><b>Знать:</b> - основные теоретические подходы, используемые в исследовании химических свойств (реакционной способности) ТТ, их возможности и ограничения. <b>Уметь:</b> - подбирать метод исследования и программу, необходимые для решения поставленной задачи; - проводить квантово-химические исследования с помощью программ FireFly и wxMacMolPlt. <b>Владеть:</b> - навыками интерпретации результатов теоретического</p>

		исследования и их экстраполяции на результаты реального эксперимента.
<b>ОПК-4.</b> Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	<b>ОПК-4.1.</b> Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности. <b>ОПК-4.2.</b> Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик. <b>ОПК-4.3.</b> Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений.	<b>Знать:</b> - взаимосвязь между физическими параметрами атомов и молекул и их реакционной способностью (индексы реакционной способности). <b>Уметь:</b> - обрабатывать данные физического и теоретического экспериментов с целью определения реакционной способности ТТ и её зависимости от различных параметров. <b>Владеть:</b> - различными способами аппроксимации результатов экспериментов с целью выявления зависимостей «структура - свойство».
<b>ПК-1.</b> Владеет системой фундаментальных химических понятий и законов	<b>ПК-1.1.</b> Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования. <b>ПК-1.2.</b> Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности. <b>ПК-1.3.</b> Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин.	<b>Знать:</b> теоретические основы неорганической химии; приемы анализа теоретических и экспериментальных данных. <b>Уметь:</b> логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь в процессе обсуждения учебных задач. <b>Владеть:</b> навыками работы с большим объемом литературы; навыками самоконтроля и самооценки.

#### 4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)  Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лек- ции	Лаборат. раб.		СР	Кон- троль	Всего	
					Общая трудо- емкость	Из них – практическая подготовка				
1	Введение в химические аспекты строения ТТ. Факторы, влияющие на структуру ТТ	8	1	2	–	–	8		10	Разбор конкретных ситуаций
2	Электронное строение ТТ и зонная теория. Влияние состава и структуры на оптические и электрофизические свойства ТТ		2,3	4	14	7	6		24	Контрольная работа № 1. Отчет в лабораторном журнале
3	Дефекты ТТ: классификация и влияние на физические и химические свойства		4,5	4	14	7	6		24	Отчет в лабораторном журнале

4	Химические и физические методы получения ТТ	8	6-8	6	–	–	8		14	Контрольная работа № 2
5	Методы изучения состава и структуры ТТ в объеме и на поверхности	8	9,10	4	–	–	8		12	Разбор конкретных ситуаций
6	Реакционная способность ТТ. Химическая кинетика в реакциях с участием ТТ. Удельная поверхность и сорбция	8	11,12	4	–	–	8		12	Контрольная работа № 3
7	Применение микро- и наноразмерных ТТ в химическом анализе	8	13,14	4	–	–	8		12	Разбор конкретных ситуаций
	Промежуточная аттестация	8						36	36	Экзамен
	Итого			28	28	14	52	36	144	

## Содержание дисциплины

### 1. Введение в химические аспекты строения ТТ.

Факторы, влияющие на структуру ТТ.

Предмет и задачи ХТТ. История возникновения и развития. Место ХТТ среди наук о конденсированном состоянии вещества. Основные особенности ТТ с точки зрения химии.

Кристаллические и аморфные ТТ. Понятия ближнего и дальнего порядка. Симметрия и принцип Кюри. Трансляционная симметрия как характеристический признак кристаллических структур.

Основные типы химических связей (ковалентная, ионная, Ван-дер-Ваальсовы) и их влияние на структуру ТТ. Стехиометрия. Атомные, ковалентные и ионные радиусы; координационные числа. Твердые растворы и условия их образования.

### 2. Электронное строение ТТ и зонная теория.

Влияние состава и структуры  
на оптические и электрофизические свойства ТТ

Электрическая проводимость и элементы зонной теории. Изоляторы, собственные и примесные полупроводники, металлы и полуметаллы. Ширина запрещенной зоны. Понятие дырки. Электронная, дырочная и ионная проводимость. Легирование полупроводниковых материалов донорными и акцепторными примесями. Концентрация носителей заряда. "Синтетические" металлы на основе органических и координационных соединений, электропроводящие полимеры. Электропроводность оксидов переходных металлов.

Электронная структура границы контакта полупроводников  $p$  и  $n$  типов. Принцип работы электронных компонентов на основе  $p$ - $n$  переходов (диоды, транзисторы).

### 3. Дефекты ТТ: классификация и влияние на физические и химические свойства

Реальное ТТ и дефекты кристаллической структуры. Точечные дефекты (Шоттки, Френкеля) и протяженные дефекты (дислокации). Влияние температуры и окружающей среды на равновесие точечных дефектов в кристаллах. Собственные и примесные дефекты. Способы управления концентрацией точечных дефектов. Влияние дефектов на электронное строение, оптические и электрофизические свойства ТТ.

### 4. Химические и физические методы получения ТТ

Кристаллизация растворов, расплавов, стекол и гелей. Выращивание монокристаллов: метод Чохральского, Бриджмена и Стокбаргера, зонная плавка, кристаллизация из растворов или расплавов, газопламенный метод Вернейля. Методы синтеза с использованием высоких давлений и гидротермальные методы.

Транспортные реакции в паровой фазе. Эпитаксиальный рост тонких слоев.

Реакции внедрения и ионного обмена для получения новых соединений на основе существующих структур. Соединения внедрения на основе графита (СВГ), дихалькогенидов переходных металлов и других слоистых и туннельных структур. Реакции ионного обмена.

Получение материалов в виде тонких слоев и пленок: химические, электрохимические и физические методы.

Твердофазные реакции: общие принципы, экспериментальное осуществление, приемы предварительной гомогенизации. Методы электрохимического восстановления.

## 5. Методы изучения состава и структуры ТТ в объеме и на поверхности

Дифракционные методы исследования ТТ. Влияние строения (аморфные ТТ, периодические кристаллические структуры, твердые растворы) и размера исследуемого ТТ на дифракционную картину.

Микроскопические методы. Оптическая микроскопия: светлого и темного поля, люминесцентная, поляризационная, в режиме отражения. Электронная микроскопия.

Спектральные методы в УФ–видимой–ИК области. Электронные спектры поглощения и отражения; спектроскопия диффузного отражения. Фото- и катодолюминесценция. Колебательная спектроскопия (ИК и КР). Спектроскопия электронного и ядерного магнитного резонанса. Рентгеновский энергодисперсионный анализ.

Электрофизические методы изучения электрической проводимости: регистрация вольтамперных и вольтфарадных характеристик.

Термогравиметрия.

## 6. Реакционная способность ТТ.

Химическая кинетика в реакциях с участием ТТ.

Удельная поверхность и сорбция

Особенности химических реакций с участием соединений в твердом состоянии. Влияние размера частиц на их химические свойства.

Кинетика синтеза ТТ и энергия активации твердофазных реакций. Зависимость скорости твердофазных процессов от температуры и степени дисперсности соединений. Пространственное развитие реакций в ТТ и реакционная зона.

Диффузия в ТТ. Механизмы диффузии. Энергетический профиль миграции атомов и ионов. Энергия активации диффузии. Коэффициент диффузии.

Явление адсорбции, строение сорбционных слоев. Уравнения изотермы адсорбции. Теплота адсорбции. Ослабление и разрыв связей в молекулах в ходе сорбции. Интеркаляция. Реакции гетерогенного катализа, протекающие на поверхности ТТ.



## 7. Применение микро- и наноразмерных ТТ в химическом анализе

Использование макроскопических ТТ в химическом анализе: гравиметрия, методы разделения и концентрирования (хроматография и экстракция), электрохимические и каталитические методы. Тест-системы на твердой матрице и сенсоры (датчики).

Размерные эффекты в нанобъектах: поверхностный плазмонный резонанс и квантовое ограничение. Особенности химических свойств наноматериалов. Наноразмерные ТТ в химическом анализе. Наносорбенты для разделения и концентрирования. Металлические и полупроводниковые наночастицы (квантовые точки) для спектрального анализа в УФ-видимой области. Экстинкция. Апконверсия. Наноразмерные усилители аналитического сигнала в колебательной спектроскопии, электрохимических методах и катализе (нанозимы).

### Перечень лабораторных работ

	Раздел дисциплины	Примерные названия и содержание лабораторных работ
1	Введение в химические аспекты строения ТТ. Факторы, влияющие на структуру ТТ	<p><b>Лабораторная работа 1.</b> Изучение операции трансляции, расчет координат атомов и построение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1D моделей кристаллов металлов;</li> <li>- 2D моделей кластеров графена и нитрида бора;</li> <li>- 2D и 3D моделей кристаллов галогенидов щелочных металлов и халькогенидов свинца</li> </ul> <p><b>Лабораторная работа 2.</b> Расчет полной энергии моделей кластеров кристаллов полуэмпирическими методами квантовой химии и определение оптимальных межатомных расстояний</p>
2	Электронное строение ТТ и зонная теория. Влияние состава и структуры на оптические и электрофизические свойства ТТ	<p><b>Лабораторная работа 3.</b> Теоретическое изучение зонной структуры и индексов реакционной способности моделей кластеров кристаллов</p> <p><b>Лабораторная работа 4.</b> Теоретическое изучение влияния размера кластеров кристаллов на их электронную структуру и реакционную способность</p>
3	Дефекты ТТ: классификация и влияние на физические и химические свойства	<b>Лабораторная работа 5.</b> Влияние точечных дефектов (вакансий и атомов внедрения) на электронное строение и оптические свойства 2D и 3D моделей кластеров кристаллов
4	Химические и физические методы получения ТТ	–
5	Методы изучения состава и структуры ТТ в объеме и на поверхности	–
6	Реакционная способность ТТ. Химическая кинетика в реакциях с участием ТТ. Удельная поверхность и сорбция	–
7	Применение микро- и наноразмерных ТТ в химическом анализе	–

## **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

Организация учебного процесса при освоении дисциплины «Химия твердого тела» предполагает использование лекций, лабораторных занятий (включающих практическую подготовку) и контрольных работ. Совместно данные виды деятельности способствуют формированию у студентов понятийного аппарата, пониманию принципов, законов и методологии ХТТ.

В ходе лекций предполагается активное участие студентов в обсуждение отдельных вопросов и использование имеющихся знаний для понимания материала. Устное изложение учебного материала сопровождается подачей информации с помощью мультимедиа (таблицы, схемы, графики, фотографии, видео ролики, виртуальные эксперименты). На вводной лекции студентам сообщается план и особенности изучения дисциплины, а также рекомендуемая литература. В ходе лабораторных занятий предполагается выполнение исследовательских теоретических работ с активным использованием компьютерных методов (моделирование). Индивидуальные отчеты являются самостоятельными и имеют проблемно-поисковый характер.

В рамках практической подготовки студентов профессиональные навыки формируются при построении моделей кристаллов ТТ и изучении их электронного строения методами квантовой химии. Студенты осваивают методы расчета полной энергии кристаллов, индексов реакционной способности (потенциала ионизации и сродства к электрону, индексов Фукуи), зонной структуры и ширины запрещенной зоны, а также учатся оценивать влияние дефектов кристаллических структур на их оптические и электрофизические свойства. Также проходит получение технических навыков при работе с программами для квантово-химических расчетов, которые могут быть использованы при выполнении работы по индивидуальному научному плану в рамках научной тематики кафедры.

Иная контактная работа представляет собой индивидуальные консультации, оказываемые очно и дистанционно с использованием информационных и телекоммуникационных технологий с учетом образовательных возможностей обучающихся.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 5 аудиторных занятий. Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов не могут составлять более 5 часов аудиторных занятий.

***Адаптивные образовательные технологии, применяемые при обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидностью***

По направлению подготовки 04.03.01 «Химия» обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается при наличии справки, разрешения установленного образца государственного медицинского учреждения.

Для данной категории студентов запланированы:

- содействие обучению по индивидуальному учебному плану;
- дополнительные перерывы при проведении лабораторного практикума;
- дополнительные образовательные электронные ресурсы;
- оказание дополнительной помощи в организации самостоятельной работы;
- проведение индивидуальных консультаций;
- индивидуальная помощь учебно-вспомогательного персонала.

Планируется приобретение специальных столов приспособленных для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями. Для оптимизации времени труда и отдыха будут запланированы дополнительные перерывы.

Студенты с ограниченными возможностями здоровья, в отличие от остальных студентов, имеют свои специфические особенности восприятия и переработки материала. Поэтому подбор и разработка учебных материалов будут производиться с учетом того, чтобы предоставлять этот материал в различных формах, например инвалиды с нарушениями слуха будут получать информацию в основном визуально.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в программе результатов обучения и уровень сформированности компетенций, заявленных в программе дисциплины.

Форма проведения текущей и итоговой аттестации для студентов-инвалидов будет устанавливаться с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене. Проведения текущей аттестации может быть выполнено дистанционно в виде тестового компьютерного задания. Будут использоваться специальные возможности операционной системы Windows, такие как экранная клавиатура, с помощью которой можно вводить текст, настройка действий Windows при вводе с помощью клавиатуры или мыши.

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 52 часа.

*Самостоятельная работа* проводится с целью углубления знаний по дисциплине и включает:

1. Поиск и изучение информации с применением отечественных и зарубежных информационных ресурсов.

2. Подготовку к лабораторным работам, их оформление, выполнение домашних заданий, подготовку к текущему и итоговому контролю.

*Форма итоговой аттестации* – экзамен.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Предмет и задачи ХТТ.
2. Реальное ТТ и взаимосвязь "структура-физическое свойство".
3. Дефекты кристаллической структуры.
4. Физические свойства индивидуальных молекул, ансамблей молекул, аморфных ТТ и кристаллов.
5. Анизотропия физических свойств кристаллов и симметрия кристаллической структуры.
6. Электронное строение ТТ.
7. Основные типы химических связей в ТТ. Выявление сеток связей в ТТ, понятия внутри- и межмолекулярных связей.
8. Электрическая проводимость и элементы зонной теории.
9. Изоляторы, собственные и примесные полупроводники, металлы. Понятие дырки.
10. Сверхпроводимость, сверхпроводники первого и второго рода.
11. Электронная и дырочная проводимость. Легирование.
12. Описание строения кристаллов и аморфных ТТ. Понятия ближнего и дальнего порядка.
13. Симметрия и принцип Кюри.
14. Решётка, группа Бравэ, сингония группы Бравэ. Элементарная ячейка.
15. Точечные и пространственные группы симметрии.
16. Основные типы точечных дефектов и структурные искажения вблизи них. Допирование.
17. Влияние температуры и окружающей среды на равновесия точечных дефектов в кристаллах.
18. Диффузия в ТТ и её механизмы.
19. Понятие дислокации, её основные виды и влияние дислокаций на физические свойства кристаллов.
20. Деформация ТТ и их упругость.
21. Поверхность, физические и химические свойства ТТ, определяемые их поверхностью.

22. Влияние кристаллической структуры и строения поверхности ТТ на химическую реакционную способность.
  23. Адсорбция, строение сорбционных слоев. Уравнение Лэнгмюра.
  24. Механизмы каталитических процессов.
  25. Твердофазный синтез и кинетика твердофазных реакций.
- Реакционная зона.
26. Методы экспериментального исследования точечных дефектов в ТТ.
  27. Изучение строения ТТ спектральными методами.
  28. Дифракционные методы исследования ТТ.
  29. Прочие методы исследования ТТ.
  30. Расчётные методы исследования электронного строения ТТ.
  31. Классификация и особенности наноразмерных объектов и наноструктурированных материалов как объектов ХТТ.
  32. Химические и физические методы получения твердых наноразмерных материалов.
  33. Химические свойства наноразмерных объектов.

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 2. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
8	10	40	0	10	0	30	10	100

### Программа оценивания учебной деятельности студента

8 семестр

#### ***Лекции — от 0 до 10 баллов***

Оценивается посещаемость, активность студента при ответе на вопросы преподавателя. Максимальный балл выставляется при 100% посещаемости и активной работе на лекциях.

#### ***Лабораторные занятия — от 0 до 40 баллов***

Оценивается аккуратность, грамотность и своевременность выполнения лабораторных работ и письменных отчетов по ним, а также самостоятельность при выполнении работы.

Предусмотрено проведение 5 лабораторных работ, каждая работа оценивается максимум в 8 баллов.

7–8 баллов выставляется, если работа выполнена качественно, вовремя, без помощи преподавателя и отчет по работе выполнен грамотно (возможно с незначительными ошибками) и сдан своевременно.

*4–6 баллов* выставляется, если работа и отчет по ней выполнены своевременно, но со значительной помощью преподавателя и имеются замечания к качеству отчета по работе, которые студент устраняет самостоятельно и своевременно.

*1–3 баллов* выставляется, если работа и отчет по ней выполнены качественно (возможно с незначительными ошибками) и без помощи преподавателя, но сданы несвоевременно.

*0 баллов* выставляется, если работа и отчет по ней выполнены неаккуратно, с существенными ошибками и сданы несвоевременно.

### ***Практические занятия***

Не предусмотрены.

### ***Самостоятельная работа — от 0 до 10 баллов***

Самостоятельная работа студента включает теоретическую подготовку к теме согласно списку прилагаемых вопросов, решение набора типовых учебных задач по каждой теме, подготовка к выполнению лабораторной работы (частичное оформление работы). Критерии оценивания самостоятельной работы студента (0–10 баллов):

*9–10 баллов* ставится за выполнение всех домашних заданий (задачи, тесты, подготовка к лабораторной работе), возможно с незначительными ошибками, полностью и работы сданы в срок.

*5–8 баллов* ставится, если домашние задания выполнены полностью и работы сданы в срок, но имеются значительные ошибки, которые устранены студентом самостоятельно.

*1–4 балла* ставится, если домашние задания выполнены со значительными ошибками, не полностью и работы не сданы в срок.

*0 баллов* ставится, если работы не сданы. Если у некоторой группы студентов работы выполнены «под копирку», то все студенты получают 0 баллов.

### ***Автоматизированное тестирование***

Не предусмотрено.

### ***Другие виды учебной деятельности — от 0 до 30 баллов***

Другие виды учебной деятельности включают выполнение 3 контрольных работ по 10 баллов каждая.

*8–10 баллов* ставится при выполнении от 80 до 100% работы.

*5–7 баллов* ставится при выполнении от 50 до 79% работы.

*1–4 баллов* ставится при выполнении менее 50% работы.

*0 баллов* ставится, если работа не выполнена.

### ***Промежуточная аттестация (экзамен) — от 0 до 10 баллов***

Промежуточная аттестация по изучаемой дисциплине проводится в виде экзамена.

Подготовка студента к промежуточной аттестации осуществляется в течение учебного семестра во время лекционных и лабораторных занятий, а также во внеаудиторные часы в рамках самостоятельной работы. Во время самостоятельной подготовки студент может пользоваться конспектами лекций, основной и дополнительной литературой по дисциплине (перечень литературы приведен в рабочей программе дисциплины). Экзамен проводится в устной форме в виде собеседования. Во время экзамена студент должен дать полный развернутый устный ответ на вопросы, изложенные в билете. Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы по всему изучаемому материалу.

Критерии оценивания:

*8–10 баллов* («отлично») – дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.

*5–7 баллов* («хорошо») – дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Могут быть допущены 2–3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

*3–4 баллов* («удовлетворительно») – дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано.

*0–2 балла* («неудовлетворительно») – ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 8 семестр по дисциплине «Химия твердого тела» составляет 100 баллов.

Таблица 2.1. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Химия твердого тела» в оценку (экзамен):

85–100 баллов	«отлично»
70–84 баллов	«хорошо»
54–69 баллов	«удовлетворительно»
менее 54 баллов	«неудовлетворительно»

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) литература:

1. Химия твердого тела: Учебно-методическое пособие / Н. Е. Гордина. - Иваново : Ивановский государственный химико-технологический университет, Б. г.. - 216 с. (ЭБС «РУКОНТ», rucont.ru) ✓
2. Физико-химическая эволюция твердого вещества / И. В. Мелихов. - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 309 с. ISBN 978-5-94774-338-8 (15 экз.) ✓
3. Физико-химические основы материаловедения = Physical Foundations of Materials Science / Г. Готтштайн ; пер. с англ. К. Н. Золотовой, Д. О. Чаркина; под ред. В. П. Зломанова. - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2009. - 400 с. ISBN 3-540-40139-3 (25 экз.) ✓
4. Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела: учеб. пособие для вузов / В. Г. Цирельсон. - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 495 с. ISBN 978-5-9963-0080-8 (40 экз.) ✓

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Microsoft Windows Pro 7 (Номер лицензии: OpenLicense № 46312747 (№ контракта 048К/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от 06.07.07.) (70 шт.);
2. Microsoft Windows Vista Business Номер лицензии: № 42226296, от 21.12.2009. (21 шт.);
3. Microsoft Office Standard 2003 SP3 (№ контракта 048К/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от 06.07.07.) (2 шт.);
4. Microsoft Office Professional 2003 (№ контракта 048К/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от 06.07.07); Office 2007 Suites (№ ИОП 47/08 от 07.07.2008) (10 шт.).
5. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal License № лицензии 0B00160530091836187178.



## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

а. Для проведения лекций:

- мультимедиа-проектор и экран;
- ноутбук.

б. Для проведения теоретических лабораторных работ:

- компьютерный класс, оснащенный программным обеспечением;
- программа для проведения квантово-химических расчетов FireFly v.8.20 (лицензия: проприетарное бесплатное программное обеспечение);
- программа построения моделей молекул и кристаллов и обработки результатов теоретических расчетов wxMacMolPlt v.7 (лицензия: свободное программное обеспечение).

**Место осуществления практической подготовки:** учебные аудитории Института химии

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 04.03.01 «Химия» и профилям подготовки Физическая химия, Аналитическая химия и химическая экспертиза, Химия низко- и высокомолекулярных органических веществ.

Автор

к.х.н., доцент Маркин А.В.

Программа одобрена на заседании кафедры общей и неорганической химии

от 21 мая 2021 года, протокол №15.

Актуализация программы одобрена на заседании кафедры общей и неорганической химии от 27 сентября 2021 года, протокол №2.