

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»  
Институт «Физико-технологический»  
Кафедра Технической физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе  
С.Т.Князев

подпись

дата

2018 г.

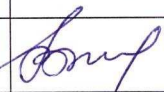
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ФИЗИКИ

Рекомендована учебно-методическим советом физико-технологического института  
для направлений подготовки и специальностей:

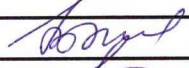
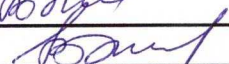
Код ОП	Направление/ Специальность	Направленность (профиль) програм- мы магистратуры/ специализации	Номер учебного плана	Код дисци- плины по учебному плану
14.05.01/02.01	Ядерные реакторы и мате- риалы	Ядерные реакторы и материалы	5242	Б1.63.1

Екатеринбург, 2018

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Токманцев В.И.	д.т.н	Зав. кафедрой	Технической физики	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):


№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер протокола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Технической физики	26.04.2018	5	Токманцев В.И.	
2	Технической физики	26.04.2018	5	Токманцев В.И.	

Согласовано:

Начальник отдела проектирования образовательных программ и организации учебного процесса

  
Р.Х. Токарева

Председатель учебно-методического совета  
Физико-технологического института

  
В.В.Зверев

11.05.2018 протокол № 9



# 1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ

## Экспериментальные методы физхимии

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования

Код направления/ специальности	Название направления/ специальности	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
14.05.01	Ядерные реакторы и материалы	03.09.2015	956

### 1.1. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование компетенций:

#### **ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ (ПК) в соответствии с ФГОС ВО:**

способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1).

#### **ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ (ОПК) в соответствии с ФГОС ВО:**

способность решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-1).

#### **ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ (ПК):**

##### **научно-исследовательская деятельность:**

готовность к созданию новых методов расчета современных реакторных установок и физических устройств, методов исследования теплофизических процессов и свойств реакторных материалов и теплоносителей; разработке новых систем преобразования тепловой и ядерной энергии в электрическую, методов и методик оценки количественных характеристик ядерных материалов (ПК-2);

способность использовать фундаментальные законы в области физики атомного ядра и частиц, ядерных реакторов, термодинамики, гидродинамики и тепломассопереноса в объеме достаточном для самостоятельного комбинирования и синтеза идей, творческого самовыражения (ПК-3);

способность применять экспериментальные, теоретические и компьютерные методы исследований в профессиональной области (ПК-4);

способность самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования (ПК-6).

#### **Дополнительные компетенции, согласованные с работодателями (ДОК, ДОПК, ДПК, ДППК):**

понимание физико-химических основ технологических процессов (ДПК1);

### 1.2. Содержание результатов обучения

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать** основные понятия и законы физической химии.

**Уметь** выполнять термодинамические расчеты; анализ и расчеты фазового и химического состава равновесных систем; кинетический анализ процессов.

**Владеть** навыками проведения физико-химического анализа систем.

### 1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

1. Пререквизиты	Нет
2. Кореквизиты*	Взаимодействие излучения с веществом (дозиметрия)
3. Постреквизиты*	Физическая теория реакторов; Инженерные расчеты и проектирование ядерных установок; Специальные материалы и защищенность ядерно-топливного цикла.

### 1.4. Объем (трудоемкость) дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы, формы контроля	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего, час.	В т.ч. контактная работа (час.)*	8 семестр
1.	Аудиторные занятия, час.	68	68	68
2.	Лекции, час.	34	34	34
3.	Практические занятия, час.	0	0	0
4.	Лабораторные работы, час.	34	34	34
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации, час.	36	10,2	36
6.	Вид промежуточной аттестации	4	0,25	Зачет, 4
7.	Общая трудоемкость по учебному плану, час.	108	78,45	108
8.	Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	3	-	3

### 1.5. Краткое описание (аннотация) дисциплины

В процессе изучения дисциплины студентам предстоит познакомиться с основными положениями физической химии газов и конденсированных сред, включая тепловые, механические, электрические, радиотехнические и оптические свойства. Изучение дисциплины ориентировано на получение студентами знаний о современных методах исследований. Изложены основы физики и химии поверхностей. Обсуждаются фазовые переходы, а также явления, характерные для границ раздела фаз.

## 2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Химическая термодинамика. Фазовые и химические равновесия	Законы термодинамики. Фазовые равновесия в однокомпонентных, бинарных и тройных системах. Общее условие химического равновесия. Электродвижущие силы. Ионные равновесия. Биохимические реакции. Термодинамика поверхностных явлений
P2	Химическая кинетика	Скорость химической реакции. Экспериментальные методы измерения скоростей реакций. Кинетическое уравнение. Механизмы химических реакций. Катализ. Равновесие конденсированной и газовой фаз, упругость паров кристалла, термодесорбционные эксперименты, давление насыщенных паров многокомпонентных систем, термодесорбционная масс-спектрометрия твердых растворов. Вторично-ионная масс-спектрометрия.
P3	Необратимые процессы в растворе	Вязкость. Электрическая проводимость. Электрическая подвижность. Связь между электропроводностью и электрической подвижностью. Связь между подвижностью и коэффициентом трения иона. Диффузия. Связь между коэффициентами диффузии и трения.
P4	Квантовая химия	Квантовая теория. Симметрия. Электронное строение молекул. Молекулярная спектроскопия. Спектроскопия магнитного резонанса. Статистическая механика. Фотохимия.
P5	Строение твердого тела	Структура кристаллов и твердое состояние. Симметрия в кристаллах. Дифракционные методы. Рентгенограммы кубических кристаллов. Структура жидкостей. Жидкие кристаллы. Электронная структура твердых тел. Макромолекулы.

## 3 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ (по формам обучения)

### 3.1. Распределение для изучаемой дисциплины аудиторной нагрузки и контрольных мероприятий по разделам для очной формы обучения

Таблица 3.1

Семестр обучения: 8		Объем дисциплины (зач.ед.): 3																							
Раздел дисциплины	Код раздела, темы	Аудиторная нагрузка (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																			
		Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)				Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)								Подготовка к контрольным мероприятиям (колич.)		Подготовка к аттестационным мероприятиям (час.)					
	Всего по разделу, теме (час.)					Всего (час.)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего на подготовку к контрольным мероприятиям (час.)	Контрольная работа*	Кolloквиум*	Зачет* (при наличии экзамена)	Зачет* (дифференцированный или при отсутствии экзамена)	Экзамен*			
P1	Химическая термодинамика. Фазовые и химические равновесия	10	4	4	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3								
P2	Химическая кинетика	19	6	6	6	7	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	1							
P3	Необратимые процессы в растворе	17	6	6	6	5	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1							
P4	Квантовая химия	35	10	10	10	15	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	6	1							
P5	Строение твердого тела	23	8	8	8	7	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3								
	<b>Всего (час), без учета промежуточной аттестации:</b>	<b>104</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		
	<b>Всего по дисциплине (час.):</b>	<b>108</b>				<b>40</b>																	<b>0</b>		
												В т.ч. промежуточная аттестация													
																								<b>4</b>	<b>0</b>

## 4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 4.1. Лабораторный практикум

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1-2	Химическая термодинамика. Фазовые и химические равновесия	4
P2	3-5	Химическая кинетика	6
P3	6-8	Необратимые процессы в растворе	6
P4	9-13	Квантовая химия	10
P5	14-17	Строение твердого тела	8

Всего: 34

### 4.2. Практические занятия

не предусмотрено

### 4.3. Самостоятельная работа студентов

#### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

1. Кинетические уравнения химических реакций.
2. Скорости химических реакций и периоды полураспада вещества.
3. Энергии электромагнитного, электронного излучений и квантовых переходов.
4. Поляризация и дипольные моменты молекул.
5. Молекулярная спектроскопия.
6. Анализ спектров ядерного магнитного и электронного парамагнитного резонансов.
7. Фотохимические реакции.
8. Расчет скорости химических реакций и периоды полураспада вещества.
9. Поляризация и дипольные моменты молекул.
10. Молекулярная спектроскопия твердого тела.

#### 4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

не предусмотрено

#### 4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

не предусмотрено

#### 4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

не предусмотрено

#### 4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

не предусмотрено

#### 4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

не предусмотрено

#### 4.3.7. Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)

не предусмотрено

#### 4.3.8. Примерный перечень тем контрольных работ

1. Кинетические уравнения химических реакций.
2. Энергии электромагнитного, электронного излучений и квантовых переходов.
3. Анализ спектров ядерного магнитного и электронного парамагнитного резонансов.
4. Фотохимические реакции.

4.3.9. *Примерная тематика коллоквиумов*

не предусмотрено

4.3.10. *Перевод иноязычной литературы*

не предусмотрено

**5 СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ**

Код раздела, темы дисциплины	Активные и интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной работы											
		Лекция	Практич., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Расчетная работа (программный продукт)	Расчетно-графич. работа	Курс. проект (работа)	Контрольная работа	Коллоквиум
P1-P5	Методы активного обучения												
	Проектная работа												
	Обучение на основе опыта (кейс-анализ, case-study)			*		*						*	
	Имитационные технологии (деловые игры и др.)			*									
	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)	*				*							
Командная работа	*		*										

**6 ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ**

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.=1

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций</i>	8, 1-17 уч.нед.	30
<i>Выполнение контрольной работы</i>	8, 12-15 уч.нед.	70
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – к тек.лек.= 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – <i>зачет</i>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – к пром.лек.= 0,6		
<b>2. Практические/семинарские занятия: не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные работы: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных работ – к лаб.раб = 0,4</b>		
Текущая аттестация на практических занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лабораторных работ</i>	8, 1-17 уч.нед.	10
<i>Выполнение домашней работы 1</i>	8, 3-5 уч.нед.	20
<i>Выполнение домашней работы 2</i>	8, 5-8 уч.нед.	20
<i>Выполнение домашней работы 3</i>	8, 9-12 уч.нед.	25
<i>Выполнение домашней работы 4</i>	8, 12-15 уч.нед.	25
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям–1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		



### 6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы - не предусмотрены

### 6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – ксем.
<i>Семестр 8</i>	<i>к сем 8= 1</i>

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1.Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Брусницына, Л. А. Физическая химия в лицах / Брусницына Л.А., Виноградова Т.В., Степановских Е.И. — ЭИ .— 2008.— в корпоративной сети УрФУ .— <URL:[http://study.urfu.ru/view/Aid\\_view.aspx?AidId=7361](http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=7361)>.
2. Морачевский, А.Г. Физическая химия. Термодинамика химических реакций [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Г. Морачевский, Е.Г. Фирсова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 112 с. — <URL: <https://e.lanbook.com/book/64336> >.
3. Еремин, В.В. Основы физической химии. Теория. В 2 ч [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Еремин, С.И. Каргов, И.А. Успенская, Н.Е. Кузьменко. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 589 с. — <URL: <https://e.lanbook.com/book/84118> >.
4. Афанасьев, Б.Н. Физическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.Н. Афанасьев, Ю.П. Акулова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 416 с. — <URL: <https://e.lanbook.com/book/4312> >.
5. Морачевский, А.Г. Физическая химия. Поверхностные явления и дисперсные системы [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Г. Морачевский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 160 с. — <URL: <https://e.lanbook.com/book/64335> >.

#### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Степановских, Е.И. Физическая химия: теория и практика выполнения расчетных работ : в 2 ч. Ч. 2 : Химическое и фазовое равновесие [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.И. Степановских, Т.В. Виноградова, Л.А. Брусницына, Т.А. Алексева. — Электрон. дан. — Екатеринбург : УрФУ, 2016. — 160 с. — <URL: <https://e.lanbook.com/book/98431> >.
2. Гамеева, О.С. Сборник задач и упражнений по физической и коллоидной химии [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.С. Гамеева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 192 с. — <URL: <https://e.lanbook.com/book/104939> >.
3. Зуев, А.Ю. Физическая химия : практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ю. Зуев, В.А. Черепанов, Д.С. Цветков ; под ред. А. Ю. Зуева. — Электрон. дан. — Екатеринбург : УрФУ, 2012. — 124 с. — <URL: <https://e.lanbook.com/book/98384> >.
4. Нигматуллин, Н.Г. Практикум по физической и коллоидной химии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Г. Нигматуллин, Е.С. Ганиева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 116 с. — <URL: <https://e.lanbook.com/book/104853> >.

#### 7.1.3. Методические разработки

не используется

### 7.2. Программное обеспечение

не используется

### 7.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://ru.wikipedia.org/wiki/> - Википедия – свободная энциклопедия;
2. <http://lib.urfu.ru> - Зональная библиотека УрФУ;

### 7.4. Электронные образовательные ресурсы

не предусмотрено

### 7.5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для успешного освоения материала курса и прохождения промежуточной аттестации студентам рекомендуется обращать внимание на рекомендуемые к изучению в процессе чтения лекций интернет-порталы, содержащие справочную информацию и полезные примеры. Кроме того, Зональная библиотека УрФУ обладает дополнительной литературой по тематике дисциплины, не указанной в п. 7.1 ввиду недостаточного количества экземпляров, однако содержащей ёмкий обзор изучаемых разделов. Дополнительных рекомендаций не требуется.

## 8 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на ос-	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое

	решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	новые комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

## 8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

## 8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

не предусмотрено

### 8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

не предусмотрено

### 8.3.3. Примерные контрольные кейсы

не предусмотрено

### 8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Равновесие фаз, p-V- и p-T-диаграммы состояния вещества.
2. Метастабильные состояния: переохлаждённый кристалл, перегретая жидкость, критический зародыш и рост зародыша.
3. Критические явления, закритические состояния (квазиспинодаль). Правило фаз Гиббса, условия равновесия фаз.
4. Уравнение Клайперона-Клаузиуса для равновесия изотопов, коэффициент разделения изотопов между фазами.
5. Термодинамика поверхности.
6. Микроскопия поверхности.
7. Кинетика роста плёнок.
8. Поверхностная диффузия.

9. Межатомные и межмолекулярные связи.
10. Термодесорбционные эксперименты
11. Вторично-ионная масс-спектрометрия.
12. Молекулярная спектроскопия.
13. Спектроскопия магнитного резонанса.
14. Структура кристаллов и твердое состояние.

**8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена**  
не предусмотрено

**8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации**  
не предусмотрено

**8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля**  
не предусмотрено

**8.3.8. Интернет-тренажеры**  
не предусмотрено

**8.3.9. Примерные задания в составе домашних работ**

В рамках домашней работы предусмотрено самостоятельное изучение студентом литературы по выбранной тематике из списка тем в п.4.3.1 и выполнение самостоятельного задания на эту тему. Например:

1. Изучение общих принципов и классификации молекулярной спектроскопии.
2. Написание отчета по изученному материалу.

**8.3.10. Примерные задания в составе контрольной работы**

В рамках контрольной работы предусмотрен письменный ответ студента на один из вопросов по выбранной тематике из списка тем, указанных в п.4.3.8. Например, вопрос: фотохимические реакции. В процессе ответа студент должен сформулировать определения фотохимической реакции, фотовозбуждения, объяснить основные требования для возникновения фотохимических реакций, привести примеры фотохимических реакций.

## 9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**9.1 Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

Лекции и лабораторные проводятся в аудиториях Ф-112, Ф-114, оснащенных доской, проектором с использованием мобильного компьютера (ноутбука) и экраном для демонстрации учебных материалов.

### 10 ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер листа изменений	Номер протокола заседания кафедры	Дата заседания кафедры	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений