

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

2018 г.



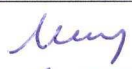
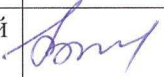
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА**

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

Код ОП	Направление/ Специальность	Направленность (профиль) программы магистратуры/ специализации	Номер учебного плана	Код дисциплины по учебному плану
14.05.01/02.01	Ядерные реакторы и материалы	Ядерные реакторы и материалы	5242	Б1.66.1

Екатеринбург, 2018

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Мелких А. В.	Доцент, д.ф.-м.н.	профессор	Технической физики	
2	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 ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

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:

### ОБЩЕКУЛЬТУРНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ (ОК) в соответствии с ФГОС ВО:

способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);  
способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-2).

### 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 оценить перспективы развития ядерной отрасли, использовать ее современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательских работах (ПК-5);

способность оценить перспективы развития ядерной отрасли, использовать ее современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательских работах (ПК-5);

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

#### проектная деятельность:

готовность применять методы оптимизации, анализа вариантов, поиска решения многокритериальных задач, учета неопределенностей при проектировании ядерных установок и систем учета, контроля (ПК-16).

#### производственно-технологическая деятельность:

способностью к приемке и освоению вводимого оборудования, составлению инструкций

по эксплуатации оборудования и программ испытаний (ПК-24);

готовность разрабатывать способы применения ядерных установок, нейтронных пучков, методов экспериментальной физики в решении технических и технологических проблем (ПК-26);

способность разрабатывать способы проведения ядерно-физических экспериментов и технологий применения современных электронных устройств для целей защиты ядерных материалов (ПК-30).

**организационно-управленческая деятельность:**

способность к составлению технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы, оборудование), а также установленной отчетности по утвержденным формам (ПК-33)

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

понимание физико-химических основ технологических процессов (ДПК1);

способность планирования безаварийного проведения экспериментальных исследований вновь вводимых технологических регламентов и технических условий эксплуатации оборудования (ДПК7).

## 1.2 Содержание результатов обучения

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать** основные понятия и законы физико-химической кинетики.

**Уметь** применять методы неравновесной статистической физики для решения физических и технических задач.

**Владеть** навыками расчета потоков в неравновесных системах на основе статистической термодинамики необратимых процессов и решения кинетических уравнений.

## 1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

1. Пререквизиты	Физика; Математический анализ.
2. Корреквизиты	Теплофизика; Физика жидкости.
3. Постреквизиты*	Теория тепломассопереноса.

## 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.)*	7 семестр
1.	Аудиторные занятия, час.	102	102	102
2.	Лекции, час.	68	68	68
3.	Практические занятия, час.	34	34	34
4.	Лабораторные работы, час.	0	0	0
5.	Самостоятельная работа студентов, включая	96	15,30	96

	<b>все виды текущей аттестации, час.</b>			
6.	<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>18</b>	<b>2,33</b>	<b>Экзамен, 18</b>
7.	<b>Общая трудоемкость по учебному плану, час.</b>	<b>216</b>	<b>119,63</b>	<b>216</b>
8.	<b>Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>6</b>

### 1.5 Краткое описание (аннотация) дисциплины

Содержание дисциплины направлено на изучение и объяснение закономерностей, определяющих временные характеристики химических процессов, скорость их протекания, влияние на них параметров окружающей среды, условия получения максимального выхода продукта. Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с количественным описанием химических процессов, используя такие фундаментальные методы исследования как термодинамический, квантово-химический, статистический.

## 2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Основы теории динамических систем	<p>Устойчивость динамических систем. Классификация стационарных состояний. Аттракторы. Классификация стационарных состояний. Аттракторы динамических систем. Аттрактор Лоренца. Катастрофы и структурная устойчивость динамических систем. Фазовый портрет нелинейной динамической системы. Метод иерархии времен релаксации. Структурная устойчивость. Бистабильные системы. Метастабильность. Силовое и параметрическое переключение состояний. Автоколебания в различных системах. Фазовая диаграмма автоколебаний. Электрические и механические автоколебания. Автоколебания в электрических цепях, маятник с сухим трением. Автоволны. Реакция Белоусова-Жаботинского. Динамический хаос. Бильярд Синая. Дискретные отображения. Энтропия Колмогорова-Синая. Изменение фазового объема в процессе эволюции системы.</p>
P2	Физико-химические процессы в биологических системах	<p>Активный и пассивный транспорт ионов через биомембраны клеток. Потенциал покоя. Двухуровневая модель активного транспорта. Потенциал покоя на мембране простейшей клетки. Потенциал Доннана. Телеграфное уравнение. Нервный импульс. Модели Ходжкина-Хаксли и Фитцхью-Нагумо. Модель Лотки-Вольтерры типа «хищник-жертва». Эволюция репликаторов. Теорема Фишера. Эволюционная теория игр. Матричные игры. Методы решения матричных игр. Биматричные игры. Метод зигзага решения биматричных игр. Красная Королева.</p>
P3	Явления переноса в газах	<p>Режимы течения газа. Длина свободного пробега газовых молекул. Типы неравновесностей в газах и времена релаксации. Вывод соотношений взаимности Онсагера из теории флуктуаций. Адсорбция газов. Изотерма Ленгмюра. Среднее время сидения молекулы на поверхности твердого тела. Адсорбция двухатомных молекул. Диффузионно-контролируемые реакции. Скорость реакции. Аналогия с электростатикой. Перекрестные эффекты в локальной неравновесной термодинамике. Термодиффузия. Эффект Дюфура. Перенос бинарной смеси и производство энтропии в системе двух колб. Кинетические эффекты движения смеси газов в каналах. Перенос газов через отверстие в свободномолекулярном режиме. Перенос газов в свободномолекулярном режиме в длинном канале. Вероятность прохождения канала. Тепловой крип. Радиометрический эффект.</p>
P4	Кинетические уравнения	<p>Общая структура кинетического уравнения. Кинетические уравнения релаксационного типа. Кинетическое уравнение для легкой компоненты. Уравнение Больцмана. H-теорема Больцмана.</p>

		Локальное распределение Максвелла и интеграл столкновений. Гидродинамический этап эволюции системы. Кинетическое уравнение для газа фотонов. Кинетическое уравнение для электронов в металлах. Приближенные методы решения уравнения Больцмана. Многочастичные функции распределения. Цепочка уравнений ББГКИ. Причины необратимости в макросистемах. Демон Максвелла. Парадоксы Лошмидта и Цермело.
--	--	--

### **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: 7		Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий													Объем дисциплины (зач.ед.): 6																			
Код раздела, Темы	Раздел дисциплины	Аудиторная нагрузка (час.)				Всего (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)								Всего на подготовку к контрольным мероприятиям (час.)			Подготовка к контрольным мероприятиям (колич.)			Подготовка к аттестационным мероприятиям (час.)								
		Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		Всего	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар-конференция, коллоквиум	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*	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет* (при наличии экзамена)	Зачет* (дифференцированный или при отсутствии экзамена)	Экзамен*									
P1	Основы теории динамических систем	44	24	14	10	0	20	12	8		20										4	1	1											
P2	Физико-химические процессы в биологических системах	54	28	18	10	0	26	12	10																									
P3	Явления переноса в газах	56	28	18	10	0	28	16	10																									
P4	Кинетические уравнения	44	22	18	4	0	22	18	4																									
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	198	102	68	34	0	96	58	32																									
	Всего по дисциплине (час.):	216		102		114																												
		В т.ч. промежуточная аттестация													0	0	18																	

\* Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке "Всего (час.):»



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

### 4.1. Лабораторный практикум

*«не предусмотрено»*

### 4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	Основы теории динамических систем	10
P2	Физико-химические процессы в биологических системах	10
P3	Явления переноса в газах	10
P4	Кинетические уравнения	4
<b>Всего:</b>		<b>34</b>

### 4.3. Самостоятельная работа студентов

#### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

*«не предусмотрено»*

#### 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. Расчет энтропии Колмогорова-Синяя и горизонта прогнозирования для дискретного отображения.
2. Ковариационная матрица и математическое ожидание при случайных процессах.
3. Исследование устойчивости динамических систем.
4. Построение фазовой диаграммы автоколебаний.
5. Потенциалы покоя на мембранах клеток.
6. Биматричные игры.
7. Течение разреженных газов в каналах и отверстиях.

#### 4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

1. Устойчивость динамических систем.
2. Фазовый портрет нелинейной динамической системы.
3. Бистабильные системы. Метастабильность.
4. Автоколебания в различных системах. Фазовая диаграмма автоколебаний.



## 6 ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

### 6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – 1.0.

### 6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	7, 1-17 уч. нед.	10
Коллоквиум	7, 4-8 уч. нед.	90
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение практических занятий	7, 1-17 уч. нед.	10
Выполнение контрольной работы 1	7, 4-8 уч. нед.	45
Выполнение контрольной работы 2	7, 9-11 уч. нед.	45
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена		
3. Лабораторные занятия: 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 – к сем. п
Семестр 7	к сем 7=1

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

- Ландау, Л.Д. Курс теоретической физики. Статистическая физика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2001. — 616 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2230>
- Корякин, К. И. Физическая и химическая кинетика / Корякин К.И., Селезнев В.Д. — УМК .— 2008 .— Отличительные характеристики ЭОР: рассматриваются методы неравновесной статистической термодинамики газов и их применение для описания различных эффектов при движении разреженного газа, а также статистические методы расчета кинетических коэффициентов переноса газа. Аналоги такого типа ЭОР отсутствуют. — в корпоративной сети УрФУ .— [http://study.urfu.ru/view/Aid\\_view.aspx?AidId=8046](http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=8046)

### 7.1.2. *Дополнительная литература*

1. Черепанов, В.А. Химическая кинетика [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Черепанов, Т.В. Аксенова. — Электрон. дан. — Екатеринбург : УрФУ, 2016. — 132 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98432> .
2. Ансельм, А.И. Основы статистической физики и термодинамики [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.И. Ансельм. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2007. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/692> .

### 7.1.3. *Методические разработки*

1. Мелких А.В., Повзнер А.А., Шумихина К.А. Основы термодинамики и статистической физики. Учебное пособие. Екатеринбург. УГТУ-УПИ. 2009. 242с.
2. Мелких А.В., Повзнер А.А., Шумихина К.А. Элементы термодинамики и статистической физики: учебное пособие. Екатеринбург, УрФУ, 2010, 226с.
3. Мелких А.В., Повзнер А.А. Основы статистической физики. Часть I. Учебное пособие. УрФУ. 2011. 124 с.
4. Основные законы классической физики в примерах и задачах : учебное пособие / Л. Г. Малышев, К. А. Шумихина, А. В. Мелких, А. А. Повзнер. – Екатеринбург: УрФУ, 2013. – 404 с.

### 7.2. Программное обеспечение

*«не используется»*

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

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

### 7.4. Электронные образовательные ресурсы

1. УМК Неравновесная статистическая термодинамика [http://study.urfu.ru/view/aid\\_view.aspx?AidId=6707](http://study.urfu.ru/view/aid_view.aspx?AidId=6707)
2. УМК-Д Статистическая физика [http://study.urfu.ru/view/aid\\_view.aspx?AidId=5372](http://study.urfu.ru/view/aid_view.aspx?AidId=5372)

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

Обучение проводится последовательно путем чтения лекций с углублением и закреплением полученных знаний в ходе самостоятельной работы с последующим переводом знаний в умения в ходе практических занятий. На лекциях излагаются лишь основные, имеющие принципиальное значение и наиболее трудные для понимания и усвоения вопросы. Теоретические знания, полученные студентами на лекциях и при самостоятельном изучении курса по литературным источникам, закрепляются на практических занятиях.

## 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	Признаки уровня освоения компонентов компетенций
------------	--

<b>компетенций</b>	<b>пороговый</b>	<b>повышенный</b>	<b>высокий</b>
<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 решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое 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**

1. Решение игры наглядно-графическим методом
2. Решение игры итерационным методом
3. Решение биматричных эволюционных игр
4. Расчет истечения газа из щели в свободномолекулярном режиме
5. Расчет потенциала на мембране простейшей клетки
6. Расчет кинетики абсорбции газов
7. Рассчитать поток газа через длинный канал в свободномолекулярном режиме. Найти закон изменения давления в сосуде

#### **8.3.3. Примерные контрольные кейсы**

*«не предусмотрено»*

#### **8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета**

*«не предусмотрено»*

#### **8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена**

1. Физико-химические процессы в биологических системах
  - 1.1. Активный и пассивный транспорт ионов через биомембраны клеток. Потенциал покоя
  - 1.2. Двухуровневая модель активного транспорта.
  - 1.3. Потенциал покоя на мембране простейшей клетки. Потенциал Доннана.
  - 1.4. Телеграфное уравнение.
  - 1.5. Нервный импульс. Модели Ходжкина-Хаксли и Фитцхью-Нагумо.
  - 1.6. Модель Лотки-Вольтерры типа «хищник-жертва».
  - 1.7. Эволюция репликаторов. Теорема Фишера.
  - 1.8. Эволюционная теория игр. Матричные игры.
  - 1.9. Методы решения матричных игр.
  - 1.10. Биматричные игры. Метод зигзага решения биматричных игр.
  - 1.11. Красная Королева.
2. Явления переноса в газах
  - 2.1. Режимы течения газа. Длина свободного пробега газовых молекул
  - 2.2. Типы неравновесностей в газах и времена релаксации.
  - 2.3. Вывод соотношений взаимности Онсагера из теории флуктуаций.
  - 2.4. Перекрестные эффекты в локальной неравновесной термодинамике. Термодиффузия. Эффект Дюфура.
  - 2.5. Перенос бинарной смеси и производство энтропии в системе двух колб.
  - 2.6. Кинетические эффекты движения смеси газов в каналах.
  - 2.7. Перенос газов через отверстие в свободномолекулярном режиме.
  - 2.8. Перенос газов в свободномолекулярном режиме в длинном канале. Вероятность прохождения канала.
  - 2.9. Тепловой криз. Радиометрический эффект.
3. Кинетические уравнения
  - 3.1. Общая структура кинетического уравнения. Кинетические уравнения релаксационного типа. Кинетическое уравнение для легкой компоненты.
  - 3.2. Уравнение Больцмана.
  - 3.3. H-теорема Больцмана.
  - 3.4. Локальное распределение Максвелла и интеграл столкновений.
  - 3.5. Гидродинамический этап эволюции системы.

3.6. Кинетическое уравнение для газа фотонов.

3.7. Причины необратимости в макросистемах. Демон Максвелла. Парадоксы Лошмидта и Цермело.

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

*«не используются»*

#### **8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля**

*«не используются»*

#### **8.3.8. Интернет-тренажеры**

*«не используются»*

#### **8.3.9. Примерные задания в составе коллоквиума**

В рамках коллоквиума предусмотрен устный ответ студента на один из вопросов по выбранной тематике из списка тем, указанных в п.4.3.9. Например, вопрос: Бистабильные системы. Метастабильность. В процессе ответа студент должен объяснить различие между бистабильными и метастабильными системами, привести примеры бистабильных и метастабильных систем.

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

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

