

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



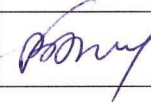
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ КИНЕТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ**

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

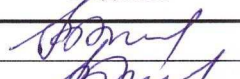
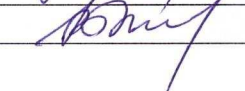
Код ОП	Направление/ Специальность	Направленность (профиль) программы магистратуры/ специализации	Номер учебного плана	Код дисциплины по учебному плану
14.05.01/02.01	Ядерные реакторы и материалы	Ядерные реакторы и материалы	5242	Б1.65.2

Екатеринбург, 2018

Рабочая программа составлена авторами:

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

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


№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер протокола	ФИО зав. кафедрой	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

11.06.2018 протокол № 9



# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ

## Современные проблемы физики кинетических явлений

Программа модуля составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего профессионального 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:**

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

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

способность оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения (ПК-7);

способность анализировать и оценивать эффективность систем учета, контроля ядерных материалов и безопасности ядерных установок (ПК-8).

##### **проектная деятельность:**

способность использовать информационные технологии при разработке новых установок, материалов и приборов, к сбору и анализу информационных исходных данных для проектирования приборов и установок (ПК-9);

способность к подготовке исходных данных для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа (ПК-14);

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:**

способность к контролю за соблюдением технологической дисциплины и обслуживанию технологического оборудования (ПК-21);

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

способность эксплуатировать, проводить испытания и ремонт современных физических установок (ПК-29);

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

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

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

способность ориентироваться в нестандартных и аварийных ситуациях (ДПК8);

способность оценки пределов допустимых отклонений в регламентах технологических процессов и надежности состояния оборудования (ДПК10).

### Профессионально-специализированные компетенции (ПСК):

способность использовать современные методы информационных технологий для обеспечения надежности и безопасности ядерных установок (ПСК-1.3);

способность использовать современные численные методы и профессиональные расчетные пакеты прикладных программ (ПСК-1.4);

способность выбирать критерии безопасной работы ядерной установки и оценивать риски при эксплуатации (ПСК-1.9);

готовность к оценке ядерной и радиационной безопасности при проектировании ЯЭУ, а также средств и методов обеспечения безопасности ЯЭУ (ПСК-1.10);

способность проводить критический анализ работы существующих ядерных установок и использовать его при проектировании перспективного оборудования (ПСК-1.11);

готовность разрабатывать методы применения импульсных и других источников нейтронного излучения, а также методы регистрации нейтронов (ПСК-1.16).

### 1.2 Содержание результатов обучения

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать** основные экспериментальные факты проявления самоорганизации и неравновесных фазовых переходов в открытых системах; основы базовых математических моделей неравновесных фазовых переходов и флуктуационных процессов в открытых системах; основные понятия теории динамического хаоса, автоволновых явлений и стохастических процессов.

**Уметь** анализировать сложные неравновесные явления различной природы, применять полученные знания к решению научных и практических задач.

**Владеть** основными методами современной физики неравновесных процессов и открытых систем; методами междисциплинарного подхода к сложным явлениям различной природы.

### 1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

1. Пререквизиты	Дифференциальное и интегральное исчисления; Дифференциальные уравнения; Теория вероятности; Аналитическая механика; Термодинамика; Статистическая физика; Физическая кинетика.
2. Кореквизиты*	-
3. Постреквизиты*	Инженерные расчеты и проектирование ядерных установок.

### 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.)*	10 семестр
1.	Аудиторные занятия, час.	34	34	34
2.	Лекции, час.	34	34	34
3.	Практические занятия, час.	0	0	0

4.	Лабораторные работы, час.	0	0	0
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации, час.	70	8,5	70
6.	Вид промежуточной аттестации	4	0,25	Зачет, 4
7.	Общая трудоемкость по учебному плану, час.	108	42,75	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 понятиями физики неравновесных процессов и открытых систем, включая основные положения синергетики и теории стохастических процессов. Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теорией самоорганизации при кооперативном поведении сильно неравновесных систем различной природы, неравновесные фазовые переходы и флуктуационные явления. Основное внимание уделено физической сущности явлений и общности описания различных неравновесных процессов.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Введение	Краткая характеристика дисциплины, ее цели, задачи и содержание. Связь изучаемого предмета с другими дисциплинами. Междисциплинарный характер физики неравновесных процессов. Синергетика как теория самоорганизации при кооперативном поведении сильно неравновесных физических, химических и биологических систем. Форма контроля самостоятельной работы. Характеристика учебной литературы.
P2	Основные положения линейной феноменологической термодинамики неравновесных процессов	Равновесная и неравновесная термодинамика. Определение термодинамических функций для неравновесного состояния. Понятие локального равновесия. Производство энтропии. Соотношение взаимности Онсагера. Вариационные принципы линейной неравновесной термодинамики. Теоремы Онсагера и Пригожина. Принцип Циглера.
P3	Основы нелинейной неравновесной термодинамики и синергетики	Примеры самоорганизации в открытых системах. Конвекция Бенара. Когерентные колебания в лазерах. Колебания тока в нелинейных электрических цепях. Автоколебательные химические реакции. Неравновесные фазовые переходы. Основные результаты теории фазовых переходов Ландау. Фазовые переходы в пространственно неоднородной системе. Уравнение Гинзбурга – Ландау. Критические показатели. Гипотеза масштабной инвариантности. Особенности неравновесных фазовых переходов. Макроскопическое описание самоорганизации.

		<p>Диссипативные динамические системы. Понятие аттракторов. Типы аттракторов. Стационарные точки и их устойчивость. Предельные циклы. Динамический хаос. Странные аттракторы. Примеры странных аттракторов. Аттракторы Лоренца и Ресслера. Критерии динамического хаоса. Автокорреляционная функция и спектральная плотность. Показатели Ляпунова. Энтропия Колмогорова – Синяя. Фрактальные структуры и фрактальная размерность. Определение размерности аттракторов по экспериментальным рядам данных. Сценарии перехода к динамическому хаосу.</p> <p>Автоволны. Типы автоволн в нелинейных средах. Волны переключения в бистабильных средах. Волна переключения как неравновесный фазовый переход. Примеры базовых моделей автоволн в возбудимых средах. Стационарные диссипативные структуры.</p>
P4	Стохастические процессы	<p>Стохастические уравнения движения. Броуновское движение. Уравнение Ланжевена. Мультипликативный шум. Понятие о стохастических интегралах Ито и Стратоновича. Уравнение Фоккера – Планка. Марковские процессы и основное кинетическое уравнение. Вывод уравнения Фоккера – Планка из основного кинетического уравнения. Связь уравнения Фоккера – Планка и уравнения Ланжевена. Решение стационарного уравнения Фоккера – Планка. Неравновесные фазовые переходы, индуцированные шумом.</p> <p>Примеры стохастических процессов. Образование зародышей при фазовых переходах первого рода. Уравнение Зельдовича. <math>1/f</math> – шум (фликкер-шум). Примеры фликкер-шума и основные теоретические модели. Понятие о самоорганизованной критичности.</p>
P5	Турбулентность	<p>Возникновение турбулентности. Переход к турбулентности как неравновесный фазовый переход. Сценарии перехода к турбулентности. Развитая турбулентность. Закон Колмогорова – Обухова.</p>
P6	Заключение	<p>Современные тенденции развития физики неравновесных процессов</p>

### 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

(очная форма обучения)

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

Таблица 3.1

Семестр обучения: 10		Объем дисциплины (зауч.ед.): 3																									
Код раздела, темы	Раздел дисциплины	Аудиторная нагрузка (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																					
		Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	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.)	Зачет* (при наличии экзамена)	Зачет* (дифференцированный или при отсутствии экзамена)	Экзамен*													
P1	Введение	2	2	2																							
P2	Основные положения линейной феноменологической термодинамики неравновесных процессов	4	2	2		2	2	2																			
P3	Основы нелинейной неравновесной термодинамики и синергетики	48	16	16		32	14	14																			
P4	Стохастические процессы	43	9	9		34	16	16																			
P5	Турбулентность	6	4	4		2	2	2																			
P6	Заключение	1	1	1																							
	<b>Всего (час), без учета промежуточной аттестации:</b>	<b>104</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>70</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</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>74</b>																			<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>

В т.ч. промежуточная аттестация

#### **4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

##### **4.1. Лабораторный практикум**

не предусмотрено

##### **4.2. Практические занятия**

не предусмотрено

##### **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**

1. Моделирование автоколебаний в нелинейной электрической цепи.
2. Численное решение системы уравнений Лоренца. Построение фазовых портретов системы.
3. Численное решение логистического отображения. Построение бифуркационной диаграммы.

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

не предусмотрено

###### **4.3.8. Примерный перечень тем контрольных работ**

не предусмотрено

###### **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
Р1-Р6	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

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 1		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций</i>	10, 1-17 уч.нед.	40
<i>Выполнение расчетной работы</i>	10, 5-13 уч.нед.	60
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – к тек.лек.= 0,6		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – к пром.лек.= 0,4		
2. Практические/семинарские занятия: не предусмотрено		
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 – ксем.
<i>Семестр 10</i>	<i>к сем 10= 1</i>

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Новиков, И.И. Термодинамика [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.И. Новиков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 592 с. <https://e.lanbook.com/book/286>.
2. 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. <https://e.lanbook.com/book/2230>.
3. Ахромеева, Т.С. Структуры и хаос в нелинейных средах [Электронный ресурс] / Т.С. Ахромеева, С.П. Курдумов, Г.Г. Малинецкий, А.А. Самарский. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2007. — 488 с. <https://e.lanbook.com/book/2094>.

#### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Т.6 Гидродинамика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2001. — 736 с. <https://e.lanbook.com/book/2232>.

#### 7.1.3. Методические разработки

1. Скоков В.Н. Введение в физику неравновесных процессов/ В. Н. Скоков, В. Д. Селезнев ; Урал. гос. техн. ун-т - УПИ им. первого Президента России Б. Н. Ельцина .— 2-е изд., доп. — Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010 .— 235 с.

### 7.2. Программное обеспечение

Mathcad (v 7.0 и выше);  
Matlab (v 2010 и выше).

### 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

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 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 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**

не предусмотрено

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

не предусмотрено

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

1. Чем отличаются равновесные и неравновесные процессы?
2. Что такое неравновесные фазовые переходы?
3. Приведите примеры неравновесных фазовых переходов и образования пространственных, временных и пространственно-временных структур в открытых неравновесных системах.
4. Какие конкурирующие факторы приводят к образованию ячеек Бенара?
5. Назовите основные исторические этапы становления теории неравновесных процессов.
6. В чем заключается постулат о локальном термодинамическом равновесии?
7. Сформулируйте основные приближения линейной неравновесной термодинамики.
8. Как определяется производство энтропии?
9. Как производство энтропии связано с потоками и термодинамическими силами?
10. Что такое кинетические коэффициенты?
11. Что такое соотношение взаимности Онсагера?
12. Приведите физические примеры линейной связи между потоками и термодинамическими силами.
13. Что такое диссипативные функции Онсагера?
14. Сформулируйте принцип наименьшего рассеяния энергии Онсагера и принцип минимального производства энтропии Пригожина.
15. В чем смысл понятия параметра порядка в теории фазовых переходов?
16. Приведите примеры параметров порядка при различных фазовых переходах.
17. В чем суть феноменологической теории фазовых переходов Ландау
18. Как релаксирует параметр порядка в докритической, критической, и закритической областях?
19. Как учитывается пространственная распределенность системы в теории фазовых переходов Ландау?
20. В чем смысл гипотезы масштабной инвариантности в теории фазовых переходов?
21. Перечислите основные критические показатели при фазовых переходах II рода.
22. В чем заключаются особенности неравновесных фазовых переходов?
23. В чем заключается линейная теория возмущений в гидродинамике?
24. Что называют аттрактором, и какие бывают типы аттракторов?
25. Привести пример предельного цикла в нелинейной электрической цепи.
26. В чем заключаются основные предположения вывода системы уравнений Лоренца?
27. Назовите основные свойства системы уравнений Лоренца.
28. Что такое динамический хаос? Каковы причины его возникновения?

29. Каковы критерии динамического хаоса?
30. Что такое автокорреляционная функция?
31. Что называют спектром мощности случайного процесса?
32. Что такое энтропия Колмогорова – Синяя и показатели Ляпунова?
33. Что такое фрактальная структура и как определяется фрактальная размерность?
34. Привести примеры модельных фракталов и природных объектов с фрактальными свойствами.
35. В чем заключается суть методики определения фрактальной размерности по опытными данным
36. Каковы основные свойства логистического отображения?
37. Что такое автоволны и какие бывают типы автоволн?
38. Сформулируйте задачу о распространении волн переключения в бистабильных средах.
39. Что такое стохастические процессы? Приведите примеры стохастических процессов.
40. Что такое “белый шум”? Приведите примеры природных процессов, описываемых моделью “белого шума”
41. В чем особенность мультипликативного шума?
42. В чем заключается идея вывода уравнения Фоккера –Планка?
43. Как связаны уравнения Ланжевена и Фоккера – Планка?
44. Как выглядит стационарное решение уравнения Фоккера – Планка?
45. Как происходит образование новой фазы при фазовых переходах I рода?
46. Что такое метастабильное состояние и как определяется работа образования критического зародыша в теории и в опытах?
47. В чем заключается закон Колмогорова – Обухова при развитой турбулентности?
48. Что такое  $1/f$  шум и каковы основные свойства  $1/f$  шума?
49. Что такое самоорганизованная критичность?
50. Что такое неравновесные фазовые переходы, индуцированные шумом?

#### **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 расчетно-графических работ**

В рамках расчетно-графической работы предусмотрена самостоятельная работа студента по заданной теме. Например, задание: численное решение логистического отображения. Построение бифуркационной диаграммы.

Примерный порядок работы:

1. Ознакомиться с литературой по заданной тематике;
2. При помощи программы Chaos (в среде MatLab) построить паутинные диаграммы нелинейных дискретных отображений в соответствии со своим вариантом при различных значениях параметра  $\lambda$ ;
3. Написать функцию, позволяющую построить паутинные диаграммы для заданного нелинейного дискретного отображения. Значение параметра, при котором производится построение паутинной диаграммы, должно передаваться в функцию в качестве параметра;
4. Сравнить полученные результаты с результатами программы Chaos;
5. Написать отчет о проделанной работе.

## 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.

## 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