

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

СОГЛАСОВАНО
ДИРЕКЦИЯ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОГРАММ

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т. Князев
«__» _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

СПЕЦИАЛЬНЫЕ РАЗДЕЛЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Модуль Специальные разделы фундаментальной физики	Код модуля 1129786
Образовательная программа Физика	Код ОП 03.03.02/01.02
Траектория образовательной программы (ТОП)	ТОП 2 Физика конденсированного состояния
Направление подготовки Физика	Код направления и уровня подготовки 03.03.02
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 07.08.2014 № 937

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Памятных Евгений Алексеевич	Доктор физ.-мат. наук, профессор	профессор	теоретическ ой физики	

Руководитель модуля

Е.А. Памятных

Рекомендовано учебно-методическим советом Института естественных наук

Председатель учебно-методического совета

Е.С. Буянова

Протокол № 49 от 02.06.2016 г.

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ «Специальные разделы фундаментальной физики»

1.1. Объем модуля, 6 з.е.

1.2. Аннотация содержания модуля

Модуль входит в вариативную часть учебного плана по выбору студента, включает дисциплины: «Нелинейная физика», «Дополнительные главы квантовой теории твердого тела». Изучение модуля формирует у студента «способность осуществлять научно-исследовательскую деятельность (РО-О1)», «Способность осуществлять научно-инновационную деятельность (РО-О2)» и «способность осуществлять научные исследования нелинейных явлений и актуальных вопросов физики твердых тел (РО-ТОП 1)».

2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС).		Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля							
			Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
1.	(ВС) Нелинейная физика	7	9	42		51	39	Экзамен, 18	108	3
2.	(ВС) Дополнительные главы квантовой теории твердого тела	8	8	40		48	42	Экзамен, 18	108	3
Всего на освоение модуля			17	82	0	99	81	36	216	6

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	Физика нелинейных явлений. Электромагнитные и термодинамические свойства твердых тел в переменных и неоднородных полях.
3.2.	Корреквизиты	Нелинейные явления. Нелинейные явления в конденсированных средах. Макроскопическая электродинамика материальных сред. Простейшие модели различных сред.

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

Коды ОП, для которых	Планируемые в ОХОП результаты обучения - РО, которые	Компетенции в соответствии с ФГОС ВО, а также дополнительные из ОХОП, формируемые при
----------------------	--	---

х реализуется модуль	формируются при освоении модуля	освоении модуля
03.03.02 /01.02	РО-О1 способность осуществлять научно-исследовательскую деятельность;	ОПК2 - способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей; ПК1 - способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.
	РО-О2 Способность осуществлять научно-инновационную деятельность	ОПК3 - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач; ПК4-способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин.
	РО-ТОП 2 Способность осуществлять научные исследования в области физики магнитных явлений и конденсированных сред	ДПК7 - способность применять на практике знания теории и методов физических исследований конденсированных сред, методов теоретического исследования линейных и нелинейных явлений.

4.2.Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля		ОПК2	ОПК3	ПК1	ПК4	ДПК7
1	(ВС) Нелинейная физика	*	*	*	*	*
2	(ВС) Дополнительные главы квантовой теории твердого тела	*	*	*	*	*

5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

Не предусмотрено

6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ

Номер листа изменений	Номер протокола заседания проектной группы модуля	Дата заседания проектной группы модуля	Всего листов в документе	Подпись руководителя проектной группы модуля

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Специальные разделы фундаментальной физики	Код модуля 1129786
Образовательная программа Физика	Код ОП 03.03.02/01.02
Направление подготовки Физика	Код направления и уровня подготовки 03.03.02
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 07.08.2014 № 937

Екатеринбург, 2016

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Памятных Евгений Алексеевич	Доктор физ.-мат. наук, профессор	профессор	теоретиче ской физики	

Руководитель модуля

Е.А. Памятных

Рекомендовано учебно-методическим советом Института естественных наук

Председатель учебно-методического совета

Е.С. Буянова

Протокол № 49 от 02.06.2016 г.

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ **Дополнительные главы** **квантовой теории твердого тела**

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина входит в вариативную часть Модуля по выбору «Специальные разделы фундаментальной физики» траектории образовательной программы «Физика кинетических явлений» общей характеристики образовательной программы уровня подготовки бакалавров и изучается в 8 семестре. Курс строится на знаниях, полученных при изучении дисциплин обязательных модулей «Общая физика», «Общий физический практикум», «Теоретическая физика», обязательных модулей Траектории образовательной программы Физика конденсированного состояния. В рамках дисциплины излагается теория электромагнитных свойств материальных сред в переменных и неоднородных полях и конкретные модели различных типов конденсированных сред.

1.2. Язык реализации программы - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

ОПК2 - способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей;

ОПК3 - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач;

ПК1 - способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

ПК4-способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин;

ДПК7 - способность применять на практике знания теории и методов физических исследований конденсированных сред, методов структурных исследований с применением рентгеновского и нейтронного излучения.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: основные принципы описания электромагнитных свойств материальных сред, уравнения электромагнитного поля в средах, материальные уравнения для различных сред, основные принципы описания электромагнитных явлений в переменных и неоднородных полях, модели основных типов конденсированных сред и свойства таких сред.

Уметь: использовать теоретические модели и принципы и математический аппарат для исследования и практического описания электромагнитных свойств различных конкретных конденсированных сред.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности): Владеть экспериментальными и теоретическими методами исследования неравновесных процессов.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности): теоретическими и математическими методами исследования различных электромагнитных свойств конденсированных сред.

1.4. Объем дисциплины

Для очной формы обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	8
1.	Аудиторные занятия	48	48	48
2.	Лекции	8	8	8
3.	Практические занятия	40	40	40
4.	Лабораторные работы			
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	42	7.20	42
6.	Промежуточная аттестация	18	2.33	Э, 18
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108	57.53	108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Уравнения электромагнитного поля в материальных средах – Уравнения Максвелла	Поляризация среды в электромагнитном поле. Макроскопические электромагнитные поля. Уравнения Максвелла. Материальные уравнения. Различные способы описания поляризации среды в электромагнитном поле. Различные формы записи уравнений Максвелла.
P2	Теория временной и пространственной дисперсии в средах.	Безмодельное рассмотрение основных особенностей материальных уравнений для сред. Временная и пространственная дисперсии в средах. Условия пренебрежения. Гиротропные и негиротропные среды. Поглощение электромагнитной энергии в среде. Нормальные электромагнитные волны.
P3	Конкретные модели сред и их свойства.	Полярные диэлектрики. Неполярные диэлектрики. Проводники. Сверхпроводники. Магнетики.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1 Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Для очной формы обучения

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																						
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции			Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)			Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)										Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)				
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*			Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	
P1	Уравнения электромагнитного поля в материальных средах – Уравнения Максвелла	7,8	6	4	2	1,8	1,8	0,8	1																				
P2	Теория временной и пространственной дисперсии в средах.	36,4	16	2	14	20,4	10,4	0,4	10													10	1	1					
P3	Конкретные модели сред и их свойства.	45,8	26	2	24	19,8	19,8	0,4	19,4																				
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	90	48	8	40	0	42	32	1,6	30,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	5	5					
	Всего по дисциплине (час.):	108	48			60																							
														В т.ч. промежуточная аттестация												0	18	0	0

*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без учета промежуточной аттестации»

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Не предусмотрено

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Уравнения электромагнитного поля в материальных средах – Уравнения Максвелла	2
P2	2-7	Теория временной и пространственной дисперсии в средах.	12
	8	Контрольная работа	2
P3	9-19	Конкретные модели сред и их свойства.	22
	20	Коллоквиум	2
Всего:			40

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

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. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

«не предусмотрено»

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Пространственная и временная дисперсия в материальных средах.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Модели материальных сред и расчет электромагнитных свойств.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения	Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение
------------------------------	--------------------------	---

	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1- P3				*	*							

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

(Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

9.1.1.Основная литература

1. [Памятных, Евгений Алексеевич \(1946- \)](#). Основы электродинамики материальных сред в переменных и неоднородных полях : Учеб. пособие для вузов / Е. А. Памятных, Е. А. Туров ; Федер. целевая программа "Гос. поддержка интеграции высш. образования и фундамент. науки на 1997-2000 годы" .— М. : Наука : Физматлит, 2000 .— 240 с. — Рек. М-вом образования РФ .— Библиогр.: с. 236-237 .— ISBN 5-02-015556-X : 30-00. 100 экз.
2. [Ландау, Л. Д.](#) Электродинамика сплошных сред / Л.Д. Ландау .— М. : Государственное издательство физико-математической литературы, 1959 .— 532 с. — <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=474070>>

9.1.2.Дополнительная литература

Пейсахович, Ю.Г. Классическая электродинамика : учебное пособие / Ю.Г. Пейсахович. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 634 с. : ил. - (Учебники НГТУ). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7782-2211-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436255>

9.2.Методические разработки

1. Е.А.Памятных, Е.А.Туров «Основы электродинамики материальных сред в переменных и неоднородных полях» - Москва.: Наука. Физматлит, 2000.

9.3.Программное обеспечение

Scilab

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

lib2.urfu.ru

9.5.Электронные образовательные ресурсы

не используются

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Имеются аудитории, оснащенные мультимедийной техникой.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 1

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	8, 1-8	40
Мини-контрольная работа	8, 1-8	20
Коллоквиум	8, 6	40
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 – 0.4		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение занятий	8, 1-8	40
Контрольная работа	8, 6	60
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта- не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
8	1

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
к рабочей программе дисциплины

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
Знания	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.
Умения	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)
Личностные качества	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

НТК не используется

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.

Расчет кинетических коэффициентов (вязкости, теплопроводности) на основе кинетического уравнения Больцмана.

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. Поляризация среды в электромагнитном поле.
2. Макроскопические электромагнитные поля. Уравнения Максвелла. Материальные уравнения.
3. Различные способы описания поляризации среды в электромагнитном поле. Различные формы записи уравнений Максвелла.
4. Безмодельное рассмотрение основных особенностей материальных уравнений для сред.
5. Временная и пространственная дисперсии в средах.
6. Условия пренебрежения.
7. Гиротропные и негиротропные среды.
8. Поглощение электромагнитной энергии в среде.
9. Нормальные электромагнитные волны.
10. Полярные диэлектрики.
11. Неполярные диэлектрики.
12. Проводники.
13. Сверхпроводники.
14. Магнетики.

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 используются»

8.3.8. Интернет-тренажеры

«не используются»

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н.Ельцина»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

НЕЛИНЕЙНАЯ ФИЗИКА

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Специальные разделы фундаментальной физики	Код модуля 1129786
Образовательная программа Физика	Код ОП 03.03.02/01.02
Направление подготовки Физика	Код направления и уровня подготовки 03.03.02
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 07.08.2014 № 937

Екатеринбург, 2016

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Урсулов Андрей Владимирович	кандидат физ.- мат. наук, доцент	доцент	теоретиче- ской физики	

Руководитель модуля

Е.А. Памятных

Рекомендовано учебно-методическим советом Института естественных наук

Председатель учебно-методического совета

Е.С. Буянова

Протокол № 49 от 02.06.2016 г.

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ Нелинейная физика

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Нелинейная физика» входит в число профессиональных курсов профиля «Фундаментальная физика». Для ее успешного усвоения студентам потребуются знания, полученные на всех предшествующих курсах «Общая физика», «Теоретическая физика» и «Математика». *Цель дисциплины* – сформировать у студентов общий подход к анализу различных физических систем, явлений и процессов с точки зрения их нелинейности. Изучаются общие свойства нелинейных динамических систем, их устойчивость, предельные циклы, бифуркации и хаос в динамических системах, фракталы, ударные волны, солитоны и т.д.

1.2. Язык реализации программы – русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

ОПК2 - способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей;

ОПК3 - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач;

ПК1 - способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

ПК4-способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин;

ДПК7 - способность применять на практике знания теории и методов физических исследований конденсированных сред, методов структурных исследований с применением рентгеновского и нейтронного излучения.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: общие свойства нелинейных систем и различные подходы к их анализу.

Уметь: ставить типовые задачи и решать типичные нелинейные уравнения.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности): типичными методами исследования нелинейных систем.

1.4. Объем дисциплины

Для очной формы обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	7
1.	Аудиторные занятия	51	51	51
2.	Лекции	9	9	9

3.	Практические занятия	42	42	42
4.	Лабораторные работы			
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	39	7.65	39
6.	Промежуточная аттестация	18	2.33	Э,18
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108	60.98	108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение. Нелинейность в физике. Динамические системы.	Введение. Нелинейность в физике. Отличия линейных и нелинейных систем. Физическая и геометрическая нелинейности. Нелинейная физика. Синергетика. Динамические системы (ДС). Примеры ДС. Классификация динамических систем. Сосредоточенные и распределённые ДС. Непрерывные и Дискретные ДС. Способы дискретизации ДС: дискретизация во времени, дискретизация в пространстве, дискретизация наблюдаемых. Символическая динамика
2	Сосредоточенные динамические системы.	Сосредоточенные ДС. Автономные и не автономные сосредоточенные ДС. Различные типы постановки задач для сосредоточенных ДС. Фазовое пространство. Фазовая точка. Фазовая траектория. Фазовый портрет. Не пересекаемость фазовых траекторий, отвечающих различным начальным условиям. Пример: фазовый портрет математического маятника, сепаратрисса, закон движения на сепаратриссе. Фазовый объём. Изменение фазового объёма со временем. Диссипативные, консервативные ДС и ДС с накачкой. Теорема Лиувилля. Теорема Пуанкаре о возврате. Парадокс Цермелло. Эргодичность ДС. Гамильтоновы системы (ГС). Интегралы движения (ИД) ГС. Скобки Пуассона. Канонические преобразования. Интегрируемые ГС. ИД находящиеся в инволюции. Теорема Лиувилля-Арнольда. Переменные действие-угол. Пример: гармонический осциллятор в переменных действие-угол. Особенность нелинейных интегрируемых ГС. Расслоение ФП на систему n-мерных торов. Рациональное и иррациональное отношение частот. Периодическое и квазипериодическое движение. Резонансные и не резонансные торы. Возмущения интегрируемых ГС. Проблема малых знаменателей. Понятие о теории Колмогорова-Арнольда-Мозьера (КАМ-теория).
3	Устойчивость.	Устойчивость. Типы устойчивости: устойчивость по Лагранжу, квазиасимптотическая устойчивость, орбитальная устойчивость, устойчивость по Пуассону, структурная устойчивость. Устойчивость по Ляпунову. Асимптотическая устойчивость по Ляпунову. Энергетический метод исследования устойчивости (второй метод Ляпунова). Функция Ляпунова. Свойства функции Ляпунова. Теоремы Ляпунова: об устойчивости, об асимптотической устойчивости, о неустойчивости. Составление функций Ляпунова. Метод

		неопределённых коэффициентов. Критерий Сильвестра. Устойчивость по линейному приближению. Критерий Гурвица. Устойчивость систем на фазовой плоскости. Классификация точек равновесия на фазовой плоскости.
4	Предельные циклы, бифуркации и хаос в динамических системах.	Предельные циклы. Изолированные и не изолированные замкнутые фазовые траектории. Устойчивый и не устойчивый предельный цикл. Аттрактор. Автоколебания. Бифуркации. Бифуркации в одномерных системах. Бифуркации на фазовой плоскости. Пример. Хаос в динамических системах. Система Лоренца. Хаос в системе Лоренца. Странный аттрактор. Общие свойства систем с динамическим хаосом. Энтропия Колмогорова-Синяя. Показатели Ляпунова. Размерность множеств. Топологическая размерность. Размерность Хаусдорфа. Фракталы. Множество Кантора. Численное определение размерности Хаусдорфа.
5	Точечные отображения	Точечные отображения (ТО). Отображение последования Пуанкаре. Функция последования. Неподвижные точки (НТ) точечных отображений. Устойчивость неподвижных точек. Лестница (диаграмма) Ламерея. Теорема Кёнигса. Взаимно-однозначные ТО. Области притяжения устойчивых НТ. Предельные циклы ТО (ПЦТО). Двукратный, трёхкратный и многократный ПЦТО. Хаос в ТО. Теоремы Шарковского и Ли-Йорке. Логистическое отображение. Бифуркации удвоения периода. Универсальная постоянная Фейгенбаума.
6	Ударные волны в распределённых системах.	Нелинейные распределённые системы. Пример: уравнения гидродинамики вязкой жидкости. Гидродинамическая нелинейность. Уравнение Римана-Хопфа. Интегралы движения. Решения в виде бегущей волны. Укручение фронта волны. Градиентная катастрофа. Принцип равных площадей. Разрыв на фронте волны. Уравнение Бюргерса. Стационарные волны. Механическая аналогия. Формула Гюгонио-Ренкина. Решение в виде стационарной ударной волны.
7	Солитоны в распределённых системах.	Уравнение Кортевега-де Фриза (КдФ). Пространственная дисперсия. Различные формы записи уравнения КдФ. Линеаризованное уравнение КдФ. Решение линеаризованного уравнения КдФ. Функция Эйри. Расплывание фронта волны. Стационарное КдФ. Механическая аналогия. Солитоны. Понятие о методе обратной задачи рассеяния и многосолитонных решениях уравнения КдФ. Асимптотическое восстановление формы солитонов после взаимодействия. Уравнение sin-Gordon (SG). Стационарное SG. Механическая аналогия. Кинки и антикинки. Топологический заряд. Динамические и топологические солитоны. Нелинейное уравнение Шредингера. (НУШ). Стационарное НУШ. Солитоны огибающих. Светлые и тёмные солитоны.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины для очной формы обучения

Объем модуля (зач.ед.): 6
 Объем дисциплины (зач.ед.): 3

Код раздела, темы	Раздел дисциплины	Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																							
		Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)											Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка к экзаменам в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)		
Всего (час.)	Лекция							Практ., семинар. занятие	Лабораторное занятие	И/л семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*						
1	Введение. Нелинейность в физике. Динамические системы.	12	7	1	6	0	5	2	1	1	0	3	1															Зачет Экзамен Интегрированный экзамен по модулю Проект по модулю		
2	Сосредоточенные динамические системы.	13	8	2	6	0	5	2	1	1	0	3	1																	
3	Устойчивость.	18	10	2	8	0	8	2	1	1	0	6	2																	
4	Предельные циклы, бифуркации и хаос в динамических системах.	16	10	1	9	0	6	3	1	2	0	3	1																	
5	Точечные отображения	8	3	1	2	0	5	2	1	1	0	3	1																	
6	Ударные волны в распределенных системах.	11	6	1	5	0	5	2	1	1	0	3	1																	
7	Солитоны в распределенных системах.	12	7	1	6	0	5	2	1	1	0	3	1																	
Всего (час), без учета промежуточной аттестации:		90	51	9	42	0	39	15	7	8	0	24	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Всего по дисциплине (час.):		108	51				57	В т.ч. промежуточная аттестация																			0	18	0	0

*

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

не предусмотрено

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
1	1	Нелинейность в физике	2
1	2	Динамические системы	2
1	3	Сосредоточенные динамические системы	2
2	4	Фазовое пространство	2
2	5	Гамильтоновы системы	2
2	6	Типы устойчивости	2
3	7	Устойчивость по Ляпунову	2
3	8	Устойчивость по линейному приближению	2
3	9	Предельные циклы	2
3	10	Бифуркации	2
4	11	Хаос в динамических системах.	2
4	12	Фракталы.	2
4	13	Точечные отображения	2
4	14	Итоговое практическое занятие 1	2
4-5	15	Нелинейные распределённые системы	2
5-6	16	Уравнение Римана-Хопфа Уравнение Бюргерса	2
6	17	Уравнение Кортевега-де Фриза	2
6	18	Уравнение sin-Gordon	2
7	19	Нелинейное уравнение Шредингера	2
7	20	Нелинейное уравнение Шредингера	2
7	21	Итоговое практическое занятие 2	2

Всего: 42

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.4. Примерный перечень тем домашних работ

Домашняя работа №1. Тема 1. Нелинейность в физике. Динамические системы.

Домашняя работа №2. Тема 2. Сосредоточенные динамические системы.

Домашняя работа №3. Тема 3. Устойчивость по Лагранжу, квазиасимптотическая устойчивость, орбитальная устойчивость, устойчивость по Пуассону, структурная устойчивость.

Домашняя работа №4. Тема 3. Устойчивость по Ляпунову. Асимптотическая устойчивость по Ляпунову.

Домашняя работа №5. Тема 4. Предельные циклы, бифуркации и хаос в динамических системах.

Домашняя работа №6. Тема 5. Точечные отображения

Домашняя работа №7. Тема 6. Ударные волны в распределенных системах.

Домашняя работа №8. Тема 7. Солитоны в распределенных системах.

4.3.5. Примерный перечень тем графических работ

не предусмотрено

4.3.6. 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.** Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)
не предусмотрено
- 4.3.8.** Примерная тематика контрольных работ
не предусмотрено
- 4.3.9.** Примерная тематика коллоквиумов
не предусмотрено

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
1-7				*								

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

9.1.1.Основная литература

1. Карпман В.И. Нелинейные волны в диспергирующих средах. М.,1973. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468188>
2. Структуры и хаос в нелинейных средах / Т.С. Ахромеева, С.П. Курдумов, Г.Г. Малинецкий, А.А. Самарский. - Москва : Физматлит, 2007. - 485 с. - ISBN 978-5-9221-0887-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67298>.

9.1.2.Дополнительная литература

1. Андронов, А.А. Теория колебаний / А.А. Андронов, А.А. Витт, С.Э. Хайкин ; ред. Н.А. Железцова. - 2-е изд. - Москва : Изд-во "Наука", 1981. - 914 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=123658>
2. Чуликов А.И. Математические модели нелинейной динамики. М., 2003. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59325>
3. Лоскутов А.Ю, Михайлов А.С. Введение в синергетику. М., 1989. Шустер Г. Детерминированный хаос. М., 1988. 9 экз

9.2.Методические разработки

не используются

9.3.Программное обеспечение

не используются

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Электронные ресурсы образовательного портала edu.ru.

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ study.urfu.ru

Зональная научная библиотека УрФУ lib.urfu.ru

9.5.Электронные образовательные ресурсы

не используются

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Имеются аудитории, оснащенные мультимедийной техникой.

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 1

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.2		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещаемость лекций	7, 1-17	50
Мини- опрос по темам лекций	7, 1-17	50
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 – 0.8		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение занятий	7, 1-17	21
Выполнение домашних работ	7, 3-15	9
Контрольная работа по разделу 1	7, 4	20
Контрольная работа по разделу 2	7, 8	15
Контрольные работы по разделам 3-5	7, 14	20
Контрольные работы по разделам 6-7	7, 17	15
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрены		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта – не предусмотрены

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
7	1

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

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
Знания	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.
Умения	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)
Личностные качества	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

– НТК не используется

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

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

В соответствии с тематикой учебных занятий

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

не предусмотрено

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Нелинейность в физике. Отличия линейных и нелинейных систем. Физическая и геометрическая нелинейности. Нелинейная физика. Синергетика.
2. Динамические системы. Примеры ДС. Классификация динамических систем. Сосредоточенные и распределённые ДС. Непрерывные и Дискретные ДС. Способы дискретизации ДС: дискретизация во времени, дискретизация в пространстве, дискретизация наблюдаемых. Символическая динамика
3. Сосредоточенные ДС. Автономные и не автономные сосредоточенные ДС. Различные типы постановки задач для сосредоточенных ДС
4. Фазовое пространство. Фазовая точка. Фазовая траектория. Фазовый портрет. Не пересекаемость фазовых траекторий, отвечающих различным начальным условиям. Пример: фазовый портрет математического маятника, сепаратрисса, закон движения на сепаратриссе
5. Фазовый объём. Теорема Лиувилля. Теорема Пуанкаре о возврате. Эргодичность ДС.
6. Гамильтоновы системы (ГС). Интегралы движения (ИД) ГС. Скобки Пуассона. Канонические преобразования. Интегрируемые ГС. ИД находящиеся в инволюции. Теорема Лиувилля-Арнольда.
7. Переменные действие-угол. Пример: гармонический осциллятор в переменных действие-угол. Особенность нелинейных интегрируемых ГС. Расслоение ФП на систему n -мерных торов. Рациональное и иррациональное отношение частот. Периодическое и квазипериодическое движение. Резонансные и не резонансные торы.
8. Возмущения интегрируемых ГС. Проблема малых знаменателей. Понятие о теории Колмогорова-Арнольда-Мозьера (КАМ-теория).
9. Устойчивость. Типы устойчивости: устойчивость по Лагранжу, квазиасимптотическая устойчивость, орбитальная устойчивость, устойчивость по Пуассону, структурная устойчивость.
10. Устойчивость по Ляпунову. Асимптотическая устойчивость по Ляпунову. Энергетический метод исследования устойчивости (второй метод Ляпунова).
11. Функция Ляпунова. Свойства функции Ляпунова. Теоремы Ляпунова: об устойчивости, об асимптотической устойчивости, о неустойчивости. Составление функций Ляпунова. Метод неопределённых коэффициентов. Критерий Сильвестра.
12. Устойчивость по линейному приближению. Критерий Гурвица. Устойчивость систем на фазовой плоскости. Классификация точек равновесия на фазовой плоскости.
13. Предельные циклы. Изолированные и не изолированные замкнутые фазовые траектории. Устойчивый и не устойчивый предельный цикл. Аттрактор. Автоколебания.
14. Бифуркации. Бифуркации в одномерных системах. Бифуркации на фазовой плоскости. Пример.
15. Хаос в динамических системах. Система Лоренца. Хаос в системе Лоренца. Странный аттрактор. Общие свойства систем с динамическим хаосом. Энтропия Колмогорова-

Синяя. Показатели Ляпунова.

16. Размерность множеств. Топологическая размерность. Размерность Хаусдорфа. Фракталы. Множество Кантора. Численное определение размерности Хаусдорфа.
17. Точечные отображения (ТО). Отображение последования Пуанкаре. Функция последования. Неподвижные точки (НТ) точечных отображений. Устойчивость неподвижных точек. Лестница (диаграмма) Ламерея. Теорема Кёнигса. Взаимно-однозначные ТО. Области притяжения устойчивых НТ. Предельные циклы ТО (ПЦТО). Двукратный, трёхкратный и многократный ПЦТО.
18. Хаос в ТО. Теоремы Шарковского и Ли-Йорке. Логистическое отображение. Бифуркации удвоения периода. Универсальная постоянная Фейгенбаума.
19. Нелинейные распределённые системы. Ударные волны в распределённых системах. Пример: уравнения гидродинамики вязкой жидкости. Гидродинамическая нелинейность.
20. Уравнение Римана-Хопфа. Интегралы движения. Решения в виде бегущей волны. Укручение фронта волны. Градиентная катастрофа. Принцип равных площадей. Разрыв на фронте волны.
21. Уравнение Бюргерса. Стационарные волны. Механическая аналогия. Формула Гюонио-Ренкина. Решение в виде стационарной ударной волны.
22. Солитоны в распределённых системах. Уравнение Кортевега-де Фриза (КдФ). Пространственная дисперсия. Различные формы записи уравнения КдФ. Линеаризованное уравнение КдФ. Решение линеаризованного уравнения КдФ. Функция Эйри. Расплывание фронта волны. Стационарное КдФ. Механическая аналогия. Солитоны.
23. Понятие о методе обратной задачи рассеяния и многосолитонных решениях уравнения КдФ. Асимптотическое восстановление формы солитонов после взаимодействия.
24. Уравнение \sin -Gordon (SG). Стационарное SG. Механическая аналогия. Кинки и антикинки. Топологический заряд. Динамические и топологические солитоны.
25. Нелинейное уравнение Шредингера. (НУШ). Стационарное НУШ. Солитоны огибающих. Светлые и тёмные солитоны.

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