

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т. Князев
«__» _____ 2016 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ**

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Модуль Дополнительные главы теоретической физики	Код модуля 1139512
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: 07.08.2014г. № 937

Екатеринбург, 2016

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Панов Юрий Демьянович	Канд. физ-мат наук. доцент	доцент	теоретической физики	
2	Урсулов Андрей Владимирович	Канд. физ-мат наук. доцент	доцент	теоретической физики	
3	Москвин Александр Сергеевич	Док. физ-мат наук. доцент	профессор	теоретической физики	

Руководитель модуля

А.С. Москвин

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 **Дополнительные главы теоретической физики**

1.1. Объем модуля, 9 з.е.

1.2. Аннотация содержания модуля

Изучение дисциплин модуля «Дополнительные главы теоретической физики» основывается на результатах освоения дисциплин, входящих в модули «Общая физика», «Теоретическая физики», «Основы физики конденсированного состояния» и, в свою очередь, служит базой для проведения теоретических исследований в рамках выполнения выпускной квалификационной работы. Дисциплины модуля формируют представления о современных методах решения сложных задач теоретической физики. Дисциплина «Дополнительные главы математической физики» включает элементы теории обобщенных функций, специальные функции математической физики, вопросы симметрии и инвариантных решений дифференциальных уравнений, а также вопросы симметрии уравнений математической физики и калибровочных полей. В курсе «Общая теория относительности» (ОТО) рассматриваются физические основы ОТО, элементы математического аппарата ОТО, движение частиц и распространение света в гравитационном поле, уравнения гравитационного поля и их свойства, наблюдаемые и предсказываемые эффекты ОТО, а также релятивистская космология. В курсе «Теория конденсированного состояния» рассматриваются основные теоретические методы анализа электронных и решеточных свойств кристаллов.

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) Дополнительные главы математической физики	6	9	42	-	51	75	Экзамен, 18	144	4
2.	(ВС) Общая теория относительности	7	9	42	-	51	17	Зачет, 4	72	2
3.	(ВС) Теория конденсированного состояния	7	9	42	-	51	39	Экзамен, 18	108	3
Всего на освоение модуля			27	126	-	153	131	40	324	9

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	1. <i>Дополнительные главы математической физики</i> 2. <i>Общая теория относительности</i> 3. <i>Теория конденсированного состояния</i>
3.2.	Корреквизиты	нет

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

Коды ОП, для которых реализуется модуль	Планируемые в ОХОП результаты обучения -РО, которые формируются при освоении модуля	Компетенции в соответствии с ФГОС ВО, а также дополнительные из ОХОП, формируемые при освоении модуля
03.03.02/01.02	РО-01 Способность осуществлять научно-исследовательскую деятельность	ОК7 - способность к самоорганизации и самообразованию; 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-02 Способность осуществлять научно-инновационную деятельность	ОК7 - способность к самоорганизации и самообразованию; ОПК3 - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач; ПК3 - готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований;
	РО-О3 Способность осуществлять организационно-управленческую деятельность	ОК7 - способность к самоорганизации и самообразованию; ОПК3 - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач; ПК6 - способностью понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований;
	РО-ТОП 2 Способность осуществлять научные исследования в области физики магнитных явлений и конденсированных сред.	ДПК5 - способность применять на практике знания теории и современных вычислительных методов в различных областях физики (физика атомов и молекул, физика конденсированного состояния, физика магнитных явлений); ДПК7 - способность применять на практике знания теории и методов физических исследований конденсированных сред, методов структурных исследований с применением рентгеновского и нейтронного излучения.

4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля		ОК-7	ОПК-2	ОПК-3	ПК-1	ПК-3	ПК-6	ДПК5	ДПК7
1	Дополнительные главы математической физики	*	*	*	*			*	
2	Общая теория относительности	*	*	*	*	*			*
3	Теория конденсированного состояния	*	*		*		*	*	

5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ *не предусмотрена*

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

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
ТЕОРИЯ КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Дополнительные главы теоретической физики	Код модуля 1139512
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	Москвин Александр Сергеевич	Доктор физ-мат наук, профессор	профессор	теоретической физики	
2	Памятных Евгений Алексеевич	Доктор физ-мат наук, профессор	профессор	теоретической физики	

Руководитель модуля

А.С. Москвин

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 Теория конденсированного состояния

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Теория конденсированного состояния использует для изучения твердых тел методы термодинамики, статистической физики, теории симметрии, кристаллографии, атомной физики и квантовой механики, электродинамики сплошных сред. Это важнейший раздел физики конденсированного состояния. Теория изучает связь макроскопических свойств конденсированных тел с их атомной структурой, создавая, таким образом, теоретический базис современного материаловедения. Основу курса составляет теория твердого тела, которая обрела всеобщее признание благодаря результатам исследования полупроводников, сверхпроводимости, новых магнитных материалов, магнитного резонанса, низкоразмерных систем, спинтроники, мультиферроиков и других разнообразных свойств сильнокоррелированных материалов. Лекции и практические занятия охватывают широкий круг вопросов теории конденсированного состояния – общую классификацию твердых тел, параметры порядка, вопросы симметрии и ее нарушения, термодинамическое описание, теорию фазовых переходов, теорию основных подсистем – решетки и электронов, квазичастицы, теорию транспортных, тепловых, оптических, магнитных, и других физических свойств.

1.2. Язык реализации программы – русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

ОК7 - способность к самоорганизации и самообразованию;

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;

ПК6 - способностью понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований;

ДПК5 - способность применять на практике знания теории и современных вычислительных методов в различных областях физики (физика атомов и молекул, физика конденсированного состояния, физика магнитных явлений).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: основные понятия, законы, методы и модели теории твердого тела, механизмы формирования физических свойств твердых тел.

Уметь: анализировать атомно-кристаллическую структуру твердого тела и его физические свойства; оценивать перспективы применения методов теории твердого тела для аналитического и/или численного решения или возможности получения качественного решения конкретных задач материаловедения.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности) основными методами теории твердого тела для решения конкретных задач материаловедения.

1.4. Объем дисциплины для очной формы обучения

	Виды учебной работы	Объем дисциплины	Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
--	---------------------	------------------	---

№ п/п		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

Для очной формы обучения

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
Р1	Введение	Классификация твердых тел. Структура идеальных кристаллов. Кристаллическая решетка. Трансляционная симметрия. Элементарная ячейка. Точечная симметрия. Решетки Браве. Пространственные группы симметрии. Номенклатура кристаллов. Обратная решетка. Зона Бриллюэна.
Р2	Твердое тело как квантовомеханическая система электронов и ядер	Общий вид гамильтониана системы электронов и ядер. Слабые и сильные электронные корреляции. Характер распределения электронов и ядер в основном состоянии. Ионные остовы и связывающие электроны. Распределение электронов и типы связей в кристаллах. Энергия связи для основных типов твердых тел. Простейшие модели в теории твердого тела. Адиабатическое приближение. Модель атомов, связанных центральными силами (модель Борна). Модель ионного кристалла (точечные ионы). Модель «желе» для простых металлов. Оболочечная модель кристалла.
Р3	Термодинамическое описание твердого тела	Термодинамический потенциал. Обобщенные восприимчивости. Теория фазовых переходов Ландау. Симметрия и фазовые переходы. Параметры порядка. Фазовые переходы первого и второго рода. Критерии Лифшица. Особенности поведения обобщенных восприимчивостей при фазовых переходах.
Р4	Колебания кристаллических решеток. Классическое и квантовое описание, фононы	Дисперсионное уравнение, закон дисперсии фононов. Основные свойства частот. Нормальные моды и нормальные координаты. Длинноволновые колебания. Приближение сплошной среды. Простые и сложные решетки. Акустические и оптические ветви колебаний. Поляритоны. Спектральная плотность колебаний решетки. Изочастотные поверхности. Особые точки спектральной плотности. Теорема ван Хофа. Термодинамические свойства кристаллов в гармоническом приближении. Температура Дебая. Термодинамические функции в областях низких и высоких температур. Термодинамика кристалла в приближении Дебая. Теплоемкость кристалла. Упругие деформации кристалла. Тензор модулей упругости. Закон Гука, упругие константы. Ангармонизм кристаллической решетки и уравнение состояния твердого тела. Коэффициент теплового расширения кристалла. Кинетическое

		уравнение для фононов. Теплопроводность кристаллической решетки. Поглощение звука в кристаллах.
P5	Электронные свойства металлов и других слабокоррелированных твердых тел	Теория металлов Друде. Теория металлов Зоммерфельда. Импульс Ферми, энергия Ферми. Обменная энергия. Диэлектрическая проницаемость электронного газа. Вигнеровский кристалл. Энергия основного состояния электронного кристалла. Приближение почти свободных электронов. Теорема Блоха. Энергетические полосы. Квазиимпульс. Спектральная плотность состояний (DOS). Метод функционала электронной плотности. Приближение локальной плотности (LDA). Элементы теории ферми-жидкости Ландау. Электронные вклады в термодинамические характеристики твердых тел. Теплоемкость электронов проводимости в металлах. Соотношение теплоемкостей электронов и решетки при низких температурах. Электронный вклад в модуль всестороннего сжатия (сжимаемость) металла. Электронный вклад в уравнение состояния металла при низких температурах. Вклад электронов в тепловое расширение. Магнитная восприимчивость электронов проводимости.
P6	Электронные свойства сильнокоррелированных электронных систем	Атомы в кристаллах. Элементы теории кристаллического поля. Слабое, среднее, сильное кристаллическое поле. Элементы квантовой химии. Метод Гайтлера–Лондона и метод молекулярных орбиталей. Перенос зарядовой и спиновой плотности. Электронно–колебательное взаимодействие. Эффект Яна–Теллера. Приближение Борна–Оппенгеймера. Туннельное расщепление. Взаимодействие атомов в кристаллах. Обменные и обменно-релятивистские взаимодействия парамагнитных ионов. Спин-гамильтонианы. Учет сильных корреляций в зонных моделях. Приближение локальной спиновой плотности (LSDA). Гамильтониан Хаббарда. LDA+U-, LDA+DMFT-модели. Особенности термодинамических (транспортные, тепловые, оптические, магнитные, резонансные) свойств сильнокоррелированных систем.
P7	Актуальные вопросы современной теории твердого тела	Высокотемпературная сверхпроводимость. Гигантское и колоссальное магнитосопротивление. Спинтроника. Топологические структуры. Топологические изоляторы. Конденсация атомов в оптических решетках. Графен. Мультиферроики и т.д.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Для очной формы обучения

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.4. Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.5. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1-4	Введение	8
P2	5-7	Твердое тело как квантовомеханическая система электронов и ядер	6
P3	8-11	Термодинамическое описание твердого тела	8
P4	12-15	Колебания кристаллических решеток. Классическое и квантовое описание, фононы	8
P5	16-20	Электронные свойства металлов и других слабокоррелированных твердых тел	9
P6	20-21	Электронные свойства сильнокоррелированных электронных систем	2
P7	21	Актуальные вопросы современной теории твердого тела	1
Всего			42

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Домашняя работа по разделу 1: Классификация твердых тел. Типы связи.

Домашняя работа по разделу 2: Модель жестких ионов и оболочечная модель кристалла.

Прикладные пакеты.

Домашняя работа по разделу 3: Ориентационные фазовые переходы. Классификация.

Поведение термодинамических величин.

Домашняя работа по разделу 4: Фононы. Акустические и оптические моды. Плотность состояний. Модельные расчеты.

Домашняя работа по разделу 5: Плотность состояний и поверхность Ферми металлов.

Простой металл. Приближение почти свободных электронов.

Домашняя работа №1 по разделу 6: Кристаллическое поле, примеры расчетов.

Домашняя работа №2 по разделу 6: Теория поля лигандов, молекулярные орбитали.

Домашняя работа по разделу 7: Высокотемпературные сверхпроводники.

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

4.1.8. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено

4.2.8. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено

4.3.8. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено

4.4.1. 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)
P1-P7			*	*	*							

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. Н. Ашкрофт, Н. Мермин. Физика твёрдого тела: В двух томах / М.И Каганов. — М.: Мир, 1979. — 399 с.
2. Ч. Киттель. Введение в физику твёрдого тела. — М.: Наука, 1978.
3. С.В. Вонсовский, М.И. Кацнельсон Квантовая физика твердого тела, Наука, 1983
4. Займан, Дж. М. Принципы теории твердого тела : Пер. со 2-го англ. изд. / Дж. М. Займан ; Под ред. В. Л. Бонч-Бруевича .— М. : Мир, 1974 .— 472 с. : ил. — Библиогр.: с. 455-464 .— 2-21 .— 7845-00 .— 8000-00 .— 38-00.
5. Ч. Киттель, Квантовая теория твердых тел, Наука, М., 1967, 491 с.
6. А. Анималу, Квантовая теория кристаллических твердых тел, Изд.Мир, 1981

9.1.2. Дополнительная литература

1. Ф. Зейтц Современная теория твердых тел, ГИТТЛ, 1948.
2. Р. Пайерлс Квантовая теория твердых тел, Изд. ИЛ. 1956
3. Г. Бете, А. Зоммерфельд Электронная теория металлов, ГИТТЛ, 1938
4. Д. Пайнс Элементарные возбуждения в твердых телах, Изд. Мир, 1965
5. Д. Пайнс, Ф. Нозьер Теория квантовых жидкостей, Изд. Мир, 1967
6. У. Харрисон Псевдопотенциалы в теории металлов, Изд. Мир, 1968
7. Теория неоднородного электронного газа, под ред. Лундквиста, Изд. Наука, 1987
8. Достижения электронной теории металлов, т1,2, под ред. Цише и Леманна, Изд.Наука, 1983

9. А.А. Абрикосов Основы теории металлов, Изд. Наука, 1987

10. А. Крэкнелл, К.Уонг Поверхность Ферми, Атомиздат, 1978

9.2.Методические разработки

1. А.С. Москвин, Ю.Д. Панов, Атомы в кристаллах учебное пособие / А.С. Москвин, Ю.Д. Панов; Урал. гос. ун-т им. А. М. Горького .— Екатеринбург: УрГУ, 1999 .— 114 с. : ил.

2. А.С. Москвин, Е.В. Сеницын, Ориентационные фазовые переходы, методические указания по теории твердого тела / А.С. Москвин, Е.В. Сеницын; Урал. гос. ун-т им. А. М. Горького .— Свердловск: УрГУ, 1990 .— 46 с. : ил.

9.3.Программное обеспечение

Не используется

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Электронные ресурсы образовательного портала edu.ru.

Электронная библиотека УрФУ oрас.urfu.ru

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ study.urfu.ru

Wolfram Alpha – <http://alpha.wolfram.com>

arxiv.org. arXiv, Cornell University. Доступ свободный.

9.5.Электронные образовательные ресурсы

Не используются

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Демонстрационное оборудование; аудитория и мультимедийный проектор для сопровождения лекций.

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
<i>Посещение лекций</i>	VII, 1-17	10
Мини контрольная работа по теме Модель жестких ионов и оболочечная модель кристалла	VII, 7	20
Мини контрольная работа по теме Ориентационные фазовые переходы	VII, 11	10
Мини контрольная работа по теме Фононы	VII, 15	10
Мини контрольная работа по теме Плотность состояний и поверхность Ферми металлов	VII, 16	20
Мини контрольная работа по теме Кристаллическое поле, молекулярные орбитали, зонные модели	VII, 16-17	30
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
<i>Активность и эффективность на практических занятиях</i>	VII, 1-17	20
<i>Домашние работы №1-№8</i>	VII, 2-17	80
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена		
3. Лабораторные занятия: 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
Семестр 7	1.0

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

1. Что вы знаете о номенклатуре пространственных групп и кристаллов?
2. Опишите поведение обобщенных восприимчивостей вблизи точки фазового перехода.
3. Что вы знаете об электрическом мультипольном моменте электронов, многоэлектронного атома?
4. Сформулируйте первое, второе, и третье правила Хунда.
5. Что вы знаете о схемах сильного, среднего и слабого кристаллического поля.
6. Основы метода молекулярных орбиталей. Связывающие и антисвязывающие орбитали.
7. Классификация твердых тел.
8. Классификация взаимодействий в твердых телах.
9. Акустические и оптические моды фононов.
10. Фононный и электронный вклады в теплоемкость.
11. Аномалия Шоттки.
12. Спин-гамильтонианы.
13. Элементарные возбуждения в кристаллах. Фононы. Экситоны. Поляроны. Магноны.
14. Резонансные свойства твердых тел. Эффекты ЭПР, ЯМР, ЯКР, ЯГР, ФМР, АФМР.
15. Приближение функционала электронной плотности. DFT-LDA, LSDA, LDA+U.

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. Распределение электронов и типы связи в кристаллах. Энергия связи для основных типов твердых тел.
2. Уравнение движения для простой кристаллической решетки. Адиабатическое приближение. Дисперсионное уравнение. Основные свойства частот
3. Колебания сложной кристаллической решетки. Уравнение движения. Дисперсионное уравнение. Акустические и оптические ветви колебаний.
4. Спектральная плотность колебаний кристаллической решетки. Особые точки спектральной плотности, их связь с геометрией изочастотных поверхностей. Теорема ван Хофа.
5. Свободная и внутренняя энергии колеблющейся решетки в гармоническом приближении. Температура Дебая. Области низких и высоких температур.
6. Ангармонизм колебаний кристаллической решетки. Свободная энергия кристалла с учетом ангармонизмов 3 и 4 порядка.
7. Теплоемкость кристалла. Выражения для теплоемкости при высоких и низких температурах. Влияние ангармонизмов на теплоемкость
8. Упругие свойства кристалла. Тензор модулей упругости. Температурная зависимость тензора модулей упругости с учетом ангармонизмов.
9. Свободная и внутренняя энергии кристалла в приближении Дебая. Теплоемкость в приближении Дебая. Области низких и высоких температур.
10. Уравнение состояния твердого тела. (уравнение Ми-Грюнайзена). Тепловое расширение кристаллической решетки.
11. Основное состояние однородной электронной жидкости. Энергия основного состояния однородной системы электронов в приближении высокой и низкой плотности. Метод разложения по малому параметру при высокой плотности, экранировка взаимодействия, диэлектрическая проницаемость электронного газа. Вигнеровский кристалл, энергия вигнеровской решетки, оценка энергии нулевых

- колебаний. Интерполяционные формулы для энергии основного состояния однородной электронной жидкости промежуточной плотности
12. Приближение почти свободных электронов. Теория возмущений по взаимодействию электронов с ионной решеткой. Модельные псевдопотенциалы Энергетические полосы. Квазиимпульс Блоховские волновые функции в приближении почти свободных электронов. Энергия основного состояния кристалла в приближении почти свободных электронов.
13. Энергия основного состояния электронной системы как функционал плотности. Локальное приближение. Одночастичные состояния в приближении функционала электронной плотности. Уравнения Хартри – Фока для электронов в кристалле. Одночастичные состояния и корреляционное взаимодействие.
14. Приближение сильно связанных электронов Представление волновых функций электронов в кристалле в виде линейной комбинации атомных орбиталей. Электронные состояния в кристалле в приближении сильно связанных электронов. Блоховские функции для сильно связанных электронов. Энергетический спектр в приближении ближайших соседей
15. Поверхность Ферми. Определение поверхности Ферми. Классификация поверхностей Ферми металлов по форме и связности. Поверхности Ферми металлов различных групп.
16. Система взаимодействующих электронов как квантовая ферми-жидкость. Ферми-жидкостное описание слабовозбужденных состояний электронной системы металлов. Уравнение и формула для эффективной массы квазичастиц однородной электронной жидкости. Энтропия слабовозбужденного состояния электронной жидкости. Определение равновесной функции распределения. Свободная и внутренняя энергия квазичастиц.
17. Теплоемкость электронов проводимости в металлах. Вывод формулы для теплоемкости электронной жидкости. Соотношение теплоемкостей электронов и решетки при низких температурах. Плотность состояний электронов на поверхности Ферми и её определение по температурной зависимости теплоемкости.
18. Электронный вклад в модуль всестороннего сжатия (сжимаемость) металла. Вывод формулы для модуля упругости электронной ферми-жидкости, его зависимость от плотности состояний на поверхности Ферми и константы ферми-жидкостного взаимодействия. Температурная зависимость модуля упругости, связь с кривизной плотности состояний на поверхности Ферми.
19. Электронный вклад в уравнение состояния металла при низких температурах. Электронные добавки в уравнение Ми-Грюнаузена, их температурная зависимость и соотношение с решеточными слагаемыми. Вклад электронов в тепловое расширение
20. Магнитная восприимчивость электронов проводимости. Формулы для спиновой и орбитальной частей восприимчивости электронной жидкости. Температурная зависимость магнитной восприимчивости

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

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

ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Дополнительные главы теоретической физики	Код модуля 1139512
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

А.С. Москвин

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

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ *Общая теория относительности*

1.3. Аннотация содержания дисциплины

Общая теория относительности (ОТО) использует методы классической механики, специальной теории относительности, электродинамики, термодинамики, теории симметрии, квантовой механики. Это важнейший раздел теоретической физики. Математическим аппаратом ОТО является тензорный анализ в искривлённых пространствах. В курсе рассматриваются следующие вопросы ОТО: физические основы ОТО, элементы математического аппарата ОТО, движение частиц и распространение света в гравитационном поле, уравнения гравитационного поля и их свойства, наблюдаемые и предсказываемые эффекты ОТО, черные дыры, гравитационные волны, релятивистская космология.

1.4. Язык реализации программы – русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

ОК7 - способность к самоорганизации и самообразованию;

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;

ПК3 - готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований;

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 понятия, законы, методы и модели общей теории относительности, ее связь с различными теориями гравитации, астрономией, астрофизикой, космологией, физикой космоса.

Уметь: применять математический аппарат тензорного анализа в искривленных пространствах для описания гравитационного поля, оценивать перспективы применения методов общей теории относительности для аналитического и/или численного решения или возможности получения качественного решения конкретных задач астрономии, астрофизики, космологии, физики космоса.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности) математическим аппаратом римановой геометрии и тензорного анализа, методами решения уравнений Эйнштейна, методами анализа физических явлений в гравитационных полях, основными методами общей теории относительности для решения конкретных задач астрономии, астрофизики, космологии, физики космоса.

5.4. Объем дисциплины для очной формы обучения

	Виды учебной работы	Объем дисциплины	Распределен не объема дисциплины
--	---------------------	------------------	--

№ п/ п				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	17	7.65	17
6.	Промежуточная аттестация	4	0.25	3, 4
7.	Общий объем по учебному плану, час.	72	58.90	72
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	2		2

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для очной формы обучения

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение. Физические основы общей теории относительност и.	Ньютоновская теория гравитации. Парадоксы и ограниченность ньютоновской теории. Физические основы общей теории относительности (ОТО). Равенство инертной и гравитационной массы. Принцип эквивалентности. Геометризация гравитации. Арифметизация пространства-времени. Общий принцип относительности. Альтернативные теории гравитации.
P2	Элементы математическог о аппарата ОТО	Ковариантные и контравариантные тензоры. Тензорная алгебра. Ковариантное дифференцирование. Связность. Тензор кручения. Локально геодезическая система координат. Параллельный перенос. Геодезическая. Формула Стокса. Тензор кривизны. Свойства тензора кривизны. Тензор Риччи. Риманова кривизна. Тождества Бианки. Метрический тензор. Определитель метрического тензора и его свойства. Риманово и псевдориманово пространства. Элемент объема и объем в псевдоримановом пространстве. Теорема Гаусса-Остроградского в псевдоримановом пространстве. Тензорные плотности. Согласование метрики со связностью. Символы Кристоффеля.
P3	Движение частиц и распространени е света в гравитационно м поле	Уравнения движения. Геодезическая как кратчайшая линия. Импульс частицы. Уравнение Гамильтона-Якоби для частицы в гравитационном поле. Ньютоновское приближение. Распространение лучей света в гравитационном поле. Волновой вектор. Уравнение эйконала. Замедление хода часов и смещение спектральных линий в постоянном гравитационном поле.
P4	Уравнения гравитационног о поля	Уравнения гравитационного поля (уравнения Эйнштейна) и их свойства. Действие для гравитационного поля. Методы Палатини и Гильберта получения уравнений гравитационного поля. Тензор энергии-импульса. Космологическая постоянная. Нерелятивистский предел уравнений гравитационного поля. Законы сохранения в ОТО.

P5	Наблюдаемые и предсказываемые эффекты ОТО	Центрально-симметричное гравитационное поле. Решение Шварцшильда. Движение частицы и распространение лучей света в центрально-симметричном гравитационном поле. Вращение планетарных орбит. Смещение перигелия Меркурия. Отклонение лучей света в центрально-симметричном гравитационном поле. Гравитационные линзы. Гравитационный коллапс. Черные дыры. Физические эффекты в поле черных дыр. Плоские гравитационные волны. Темная материя.
P6	Релятивистская космология	Однородная и изотропная Вселенная. Пространства постоянной кривизны. Метрика Фридмана-Робертсона-Уокера. Фридмановские модели Вселенной. Модели Вселенной с космологической постоянной. Темная энергия. Ранняя Вселенная. Космологическая инфляция.

7. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.2. 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																																									
		Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	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.)																						
Всего (час.)	Лекция						Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	И/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 иностранном языке*	Перевод иностранной литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)		Контрольная работа*	Коллоквиум*		Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю																		
Р1	Введение в физику. Физические основы общей теории относительности	9,4	8	2	6	0	1,4	1,4	0,4	1																																					
Р2	Элементы математического аппарата ОТО	23,6	19	3	16	0	4,6	2,6	0,6	2			2	1																																	
Р3	Движение частиц и распространение света в гравитационном поле	12,2	9	1	8	0	3,2	1,2	0,2	1			2	1																																	
Р4	Уравнения гравитационного поля	13,2	10	1	9	0	3,2	1,2	0,2	1			2	1																																	
Р5	Наблюдаемые и предсказываемые эффекты ОТО	6,6	3	1	2	0	3,6	1,6		1,6			2	1																																	
Р6	Релятивистская космология	3	2	1	1	0	1	1		1																																					
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	68	51	9	42	0	17	9	1,4	7,6	0	0	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Всего по дисциплине (час.):	72	51				21	В т.ч. промежуточная аттестация																4	0	0	0																				

8. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.6. Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.7. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1-3	Введение. Физические основы общей теории относительности	6
P2	4-11	Элементы математического аппарата ОТО	16
P3	12-15	Движение частиц и распространение света в гравитационном поле	8
P4	16-20	Уравнения гравитационного поля	9
P5	20-21	Наблюдаемые и предсказываемые эффекты ОТО	2
P6	21	Релятивистская космология	1
Всего			42

4.4. 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.4. Примерный перечень тем домашних работ

Домашняя работа по разделу 2: Вычисление символов Кристоффеля, тензора Риччи, скалярной кривизны по известному метрическому тензору. Прикладные пакеты.

Домашняя работа по разделу 3: Использование результатов ОТО в современной технике.

Домашняя работа по разделу 4: Метод Гильберта получения уравнений гравитационного поля.

Домашняя работа по разделу 5: Метрики Керра, Керра-Ньюмена, Рейснера-Нордстрема.

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

4.4.8. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено

4.5.8. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено

4.6.8. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено

4.7.8. Примерная тематика контрольных работ

Не предусмотрено

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено

6. 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-P6				*	*						*	

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. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Т.2 Теория поля [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2006. — 536 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2236>.
2. Владимиров Ю.С.. Гравитация. М.,2010.
3. Зельманов А.Л., Агаков В.Г. Элементы общей теории относительности. М., 1989.
4. Мизнер Ч., Торн К., Уиллер Дж. Гравитация. Т. 1-3. М., 1977.

9.1.2. Дополнительная литература

1. Дубровин Б.А., Новиков С.П., Фоменко А.Т. Современная геометрия. М., 1979.
2. Рашевский П.К. Риманова геометрия и тензорный анализ. М., 1967.
3. Фок В.А. Теория пространства, времени и тяготения. М., 1962.

9.2.Методические разработки

1. С.О. Алексеев, Е.А. Памятных, А.В. Урсулов, Д. А. Третьякова, К. А. Рану. Введение в общую теорию относительности, ее современное развитие и приложения. – Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2015. – 380 с.

9.3.Программное обеспечение

Не используется

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Электронные ресурсы образовательного портала edu.ru.

Электронная библиотека УрФУ oras.urfu.ru

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ study.urfu.ru

Wolfram Alpha – <http://alpha.wolfram.com>

arxiv.org, arXiv, Cornell University. Доступ свободный.

9.5.Электронные образовательные ресурсы

Не используются

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Демонстрационное оборудование; аудитория и мультимедийный проектор для сопровождения лекций.

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
<i>Посещение лекций</i>	VII, 1-17	10
Мини контрольная работа по теме Принцип эквивалентности. Геометризация гравитации. Арифметизация пространства-времени. Общий принцип относительности.	VII, 7	20
Мини контрольная работа по теме Ковариантное дифференцирование. Связность. Геодезическая. Тензор кривизны. Тензор Риччи. Риманова кривизна. Метрический тензор. Согласование метрики со связностью. Символы Кристоффеля.	VII, 11	10
Мини контрольная работа по теме Замедление хода часов и смещение спектральных линий в постоянном гравитационном поле.	VII, 15	10
Мини контрольная работа по теме Уравнения гравитационного поля (уравнения Эйнштейна) и их свойства.	VII, 16	20
Мини контрольная работа по теме Темная энергия. Ранняя Вселенная. Космологическая инфляция.	VII, 16-17	30
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
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
<i>Активность и эффективность на практических занятиях</i>	VII, 1-17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена		
3. Лабораторные занятия – 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

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
к рабочей программе дисциплины

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.

4.5.

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	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует

	решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	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

1. Ньютоновская теория гравитации.
2. Физические основы общей теории относительности.
3. Ковариантные и контравариантные тензоры. Тензорная алгебра.
4. Ковариантное дифференцирование.
5. Параллельный перенос. Геодезическая.
6. Тензор кривизны. Тензор Риччи. Риманова кривизна. Тожества Бианки.
7. Метрический тензор.
8. Элемент объема и объем в псевдоримановом пространстве. Теорема Гаусса-Остроградского в псевдоримановом пространстве.
9. Согласование метрики со связностью.
10. Геодезическая как кратчайшая линия. Ньютоновское приближение.
11. Распространение лучей света в гравитационном поле. Замедление хода часов и смещение спектральных линий в постоянном гравитационном поле.
12. Уравнения гравитационного поля (уравнения Эйнштейна) и их свойства. Тензор энергии-импульса.
13. Центральное-симметричное гравитационное поле. Решение Шварцшильда.
14. Движение частицы и распространение лучей света в центральное-симметричном гравитационном поле.
15. Вращение планетарных орбит. Смещение перигелия Меркурия.
16. Отклонение лучей света в центральное-симметричном гравитационном поле. Гравитационные линзы. Темная материя.
17. Гравитационный коллапс. Черные дыры.
18. Плоские гравитационные волны.
19. Метрика Фридмана-Робертсона-Уокера. Фридмановские модели Вселенной.
20. Темная энергия. Ранняя Вселенная. Космологическая инфляция.

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. Ньютоновская теория гравитации. Парадоксы и ограниченность ньютоновской теории.

2. Физические основы общей теории относительности (ОТО). Равенство инертной и гравитационной масс. Принцип эквивалентности. Геометризация гравитации. Общий принцип относительности. Альтернативные теории гравитации.
3. Ковариантные и контравариантные тензоры. Тензорная алгебра.
4. Ковариантное дифференцирование. Связность. Тензор кручения. Локально геодезическая система координат.
5. Параллельный перенос. Геодезическая.
6. Тензор кривизны. Свойства тензора Кривизны. Тензор Риччи. Риманова кривизна. Тождества Бианки.
7. Метрический тензор. Определитель метрического тензора и его свойства. Риманово и псевдориманово пространства.
8. Элемент объема и объем в псевдоримановом пространстве. Теорема Гаусса-Остроградского в псевдоримановом пространстве. Тензорные плотности.
9. Согласование метрики со связностью.
10. Уравнения движения. Геодезическая как кратчайшая линия. Импульс частицы. Уравнение Гамильтона-Якоби для частицы в гравитационном поле. Ньютоновское приближение.
11. Распространение лучей света в гравитационном поле. Уравнение эйконала. Замедление хода часов и смещение спектральных линий в постоянном гравитационном поле.
12. Уравнения гравитационного поля (уравнения Эйнштейна) и их свойства. Действие для гравитационного поля. Тензор энергии-импульса. Космологическая постоянная. Нерелятивистский предел.
13. Центральное-симметричное гравитационное поле. Решение Шварцшильда.
14. Движение частицы и распространение лучей света в центральное-симметричном гравитационном поле.
15. Вращение планетарных орбит. Смещение перигелия Меркурия.
16. Отклонение лучей света в центральное-симметричном гравитационном поле. Гравитационные линзы. Темная материя.
17. Гравитационный коллапс. Черные дыры. Физические эффекты в поле черных дыр.
18. Плоские гравитационные волны.
19. Однородная и изотропная Вселенная. Пространства постоянной кривизны. Метрика Фридмана-Робертсона-Уокера. Фридмановские модели Вселенной.
20. Модели Вселенной с космологической постоянной. Темная энергия. Ранняя Вселенная. Космологическая инфляция.

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 используются

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
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Дополнительные главы теоретической физики	Код модуля 1139512
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	Панов Юрий Демьянович	Кандидат физико- математических наук	доцент	теоретической физики	

Руководитель модуля

А.С. Москвин

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 математической физики

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Данная дисциплина завершает базовое математическое образование по направлению «Физика». Дисциплина изучается после получения студентами знаний по дисциплинам «Аналитическая геометрия», «Линейная алгебра», «Математический анализ», «Теория функций комплексного переменного», «Дифференциальные уравнения», «Векторный и тензорный анализ», «Методы математической физики» и является основой для изучения курсов «Электродинамика», «Квантовая теория», «Термодинамика», «Статистическая физика».

1.2. Язык реализации программы - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

ОК7 - способность к самоорганизации и самообразованию;

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;

ДПК5 - способность применять на практике знания теории и современных вычислительных методов в различных областях физики (физика атомов и молекул, физика конденсированного состояния, физика магнитных явлений).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: основы теории уравнений математической физики;

Уметь: решать основные типы краевых задач для уравнений математической физики;

Демонстрировать навыки и опыт деятельности: использования математического аппарата для решения физических задач.

8.4. 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.)*	6
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	75	7.65	75
6.	Промежуточная аттестация	18	2.33	Э, 18
7.	Общий объем по учебному плану, час.	144	60.98	144
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	4		4

9. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код разделов и тем	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Исторические замечания. Физические и математические идеи, мотивирующие необходимость введения понятия обобщенной функции.
P2	Пространство обобщенных функций	Пространство финитных и бесконечно дифференцируемых основных функций, его свойства. Построение основных функций из элементарных функций. Пространство обобщенных функций и его свойства. Обобщенная функция как линейный непрерывный функционал. Регулярные и сингулярные обобщенные функции. Равенство обобщенных функций. Носитель обобщенных функций. Дельта-функция Дирака. Дельтаобразная последовательность. Формулы Сохоцкого. Формула суммирования Пуассона.
P3	Действия с обобщенными функциями	Действия с обобщенными функциями: умножение на бесконечно дифференцируемую функцию, линейная замена переменных, дифференцирование. Обобщенная производная разрывной функции. Прямое произведение обобщенных функций. Свертка основных и обобщенных функций. Основные свойства свертки, сверточная алгебра. Ньютоновы потенциалы, потенциалы простого и двойного слоя.
P4	Фундаментальные решения операторов с постоянными коэффициентами	Фундаментальное решение. Фундаментальные решения оператора обыкновенного дифференциального уравнения и операторов классической математической физики: оператора Лапласа, оператора теплопроводности и волнового оператора. Основная теорема для решения неоднородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами методом свертки. Метод спуска.
P5	Обобщенная задача Коши	Постановка обобщенной задачи Коши. Решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения методом свертки. Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности: формула Пуассона. Решение задачи Коши для волнового уравнения: формулы Даламбера, Кирхгофа и Пуассона.
P6	Преобразование Фурье обобщенных функций	Пространство основных функций медленного роста. Пространство обобщенных функций медленного роста. Преобразование Фурье и обратное преобразование Фурье основных функций медленного роста. Преобразование Фурье обобщенных функций медленного роста, его свойства. Преобразование Фурье свертки. Построение фундаментальных решений линейных дифференциальных операторов с постоянными коэффициентами методом преобразования Фурье. Фундаментальные решения оператора Лапласа, оператора Гельмгольца, оператора теплопроводности и волнового оператора.

10. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

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

11. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.8. Лабораторные работы

не предусмотрено

4.9. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1-2	Пространство обобщенных функций	4
P3	3-6	Действия с обобщенными функциями	8
P4	7-11	Фундаментальные решения операторов с постоянными коэффициентами	10
P5	12-16	Обобщенная задача Коши	10
P6	17-21	Преобразование Фурье обобщенных функций	10
Всего:			42

4.4. Примерная тематика самостоятельной работы

4.4.1. Примерный перечень тем домашних работ

Домашняя работа № 1: Действия с обобщенными функциями

Домашняя работа № 2: Фундаментальные решения операторов с постоянными коэффициентами

Домашняя работа № 3: Обобщенная задача Коши

Домашняя работа № 4: Преобразование Фурье обобщенных функций

4.4.2. Примерный перечень тем графических работ

не предусмотрено

4.4.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

не предусмотрено

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

не предусмотрено

4.1.8. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

не предусмотрено

4.2.8. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

не предусмотрено

4.3.8. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

не предусмотрено

11.4.1. Примерная тематика контрольных работ

1. Обобщенная задача Коши

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Пространство обобщенных функций. Действия с обобщенными функциями.

12. 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-P6				*	*							

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. Владимиров, В.С. Уравнения математической физики [Электронный ресурс] : учеб. / В.С. Владимиров, В.В. Жаринов. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2000. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2363>.

9.1.2. Дополнительная литература

1. Шилов, Г.Е. Математический анализ / Г.Е. Шилов. - 2-е изд. - Москва : Гос. изд-во физико-математической лит., 1961. - 436 с. - ISBN 978-5-4458-7129-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=230807>
2. Владимиров В. С. Обобщенные функции в математической физике. М., 1974.
3. Владимиров, В.С. Уравнения математической физики : учебник / В.С. Владимиров, В.В. Жаринов. - Москва : Физматлит, 2000. - 400 с. - ISBN 5-9221-0011-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68126>
4. Панов Ю. Д., Егоров Р. Ф. Математическая физика. Методы решения задач. Екатеринбург, изд-во Уральского университета, 2005.

9.2. Методические разработки

1. Панов Ю. Д., Егоров Р. Ф. Математическая физика. Методы решения задач. Екатеринбург, изд-во Уральского университета, 2005.
2. Математическая физика. Инвариантные решения: учеб. пособие для вузов / Р. Ф. Егоров, Ю. Д. Панов. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2008. — 230 с. — Библиогр.: с. 229-230. — ISBN 978-5-7996-0370-0.

9.3. Программное обеспечение

не используются

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Электронные ресурсы образовательного портала edu.ru.

Электронная библиотека УрФУ orac.urfu.ru
Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ study.urfu.ru
Wolfram Alpha – <http://alpha.wolfram.com>
www.math-atlas.org. The Mathematical Atlas. Доступ свободный.
arxiv.org. arXiv, Cornell University. Доступ свободный.

9.5. Электронные образовательные ресурсы

не используются

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

В распоряжении имеется:

1. Демонстрационное оборудование и мультимедийный проектор для сопровождения лекций.
2. Компьютерные классы, приспособленные для тестирования в режиме on-line.

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
Коллоквиум по теме «Пространство обобщенных функций. Действия с обобщенными функциями»	VI, 4-6	100
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 занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Контрольная работа №1	VI, 10	40
Домашняя работа № 1	VI, 1-4	15
Домашняя работа № 2	VI, 5-8	15
Домашняя работа № 3	VI, 9-13	15
Домашняя работа № 4	VI, 14-17	15
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям: не предусмотрена		
3. Лабораторные занятия: не предусмотрены		

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
Семестр VI	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 проводится

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 лекций.*

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий *В соответствии с тематикой практических занятий.*

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. Пространство основных функций D и его свойства. Построение основных функций из элементарных функций.
2. Пространство основных функций медленного роста S .
3. Пространство обобщенных функций (ОФ) D' и его свойства. Регулярные и сингулярные ОФ. Равенство ОФ. Носитель ОФ.
4. Пространство S' ОФ медленного роста.
5. Действия с обобщенными функциями: умножение на бесконечно дифференцируемую функцию, линейная замена переменных, дифференцирование.
6. Обобщенная производная разрывной функции.
7. Дельта-функция Дирака. Дельта-образная последовательность.
8. Формулы Сохоцкого.
9. Свертка основных и обобщенных функций. Основные свойства свертки.
10. Ньютоновы потенциалы, потенциалы простого и двойного слоя.
11. Фундаментальное решение. Основная теорема для решения неоднородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами методом свертки.
12. Фундаментальное решение для оператора обыкновенного дифференциального уравнения.
13. Фундаментальное решение оператора Лапласа ($n=2$).
14. Фундаментальное решение оператора Лапласа ($n=3$).
15. Фундаментальное решение одномерного оператора теплопроводности.
16. Фундаментальное решение одномерного волнового оператора.
17. Решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения методом свертки.
18. Решение задачи Коши для одномерного уравнения теплопроводности методом свертки: формула Пуассона.
19. Решение задачи Коши для одномерного волнового уравнения методом свертки: формула Даламбера.
20. Метод спуска.
21. Преобразование Фурье основных функций из S и обратное преобразование Фурье.
22. Преобразование Фурье обобщенных функций медленного роста из S' , его свойства. Преобразование Фурье свертки.
23. Построение ФР линейных дифференциальных операторов с постоянными коэффициентами методом преобразования Фурье (на примере оператора теплопроводности).
24. Построение ФР линейных дифференциальных операторов с постоянными

- коэффициентами методом преобразования Фурье (на примере оператора Лапласа).
25. Построение ФР линейных дифференциальных операторов с постоянными коэффициентами методом преобразования Фурье (на примере одномерного волнового оператора).
26. Построение ФР линейных дифференциальных операторов с постоянными коэффициентами методом преобразования Фурье (на примере оператора Гельмгольца).

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.