

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.

СОГЛАСОВАНО
ДИРЕКЦИЯ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОГРАММ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ
ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА ДЛЯ ФИЗИКОВ

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Модуль Прикладная математика для физиков	Код модуля 1108341
Образовательная программа «Физика»	Код ОП 03.03.02/01.02
Траектории образовательной программы (ТОП)	ТОП 1. «Физика кинетических явлений» 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

Екатеринбург, 2016

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Долж ность	Кафедра	Подпись
1	Степанова Е.А.	К.ф.-м.н., доцент	доцент	Кафедра магнетизма и магнитных наноматериалов	

Руководитель модуля

Е.А.Степанова

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 «Прикладная математика для физиков»

1.1. Объем модуля, 19 з.е.

1.2. Аннотация содержания модуля

В модуле содержится ряд основополагающих математических дисциплин, а также рассматривается практическое использование математического аппарата при решении научных задач. Дисциплина «Векторный и тензорный анализ» изучает математический аппарат тензорного исчисления широко используемого в различных областях физики. Цель дисциплины – сформировать у студентов начальное представление о свойствах тензоров, инвариантности уравнений и учета симметрии кристаллов в кристаллофизике. Аппарат тензорного исчисления широко используется в курсах общей и теоретической физики, в специальных курсах. В рамках дисциплины «Дифференциальные уравнения» рассматриваются методы исследования и решения дифференциальных уравнений, систем дифференциальных уравнений, описывающих физические процессы. В рамках курсов «Вычислительная физика» и «Курсовой проект» проходит практическое освоение полученных методов решения физических задач, составление численных алгоритмов в рамках существующих теоретических моделей.

В рамках изучения дисциплины «Численные методы и математическое моделирование» излагаются основы численных методов для решения математических задач, возникающих при исследовании физических систем. Рассматривается интерполяция функций, поиск корней нелинейных уравнений, вычислительные методы линейной алгебры, решение обыкновенных дифференциальных уравнений, многомерная оптимизация.

В ходе освоения дисциплин «Методы обработки результатов измерений» и «Теория вероятностей и математическая статистика» модуля студенты получают представление о математических методах обработки экспериментальных данных, и построении физических статистических моделей на основе вероятностного описания. Задачей модуля является формирование твердых теоретических знаний и практических навыков в области теории вероятностей и математической статистики, а также методов обработки результатов измерений.

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.	(ВВ) «Векторный и тензорный анализ»	4	34	17		51	89	3, 4	144	4
2.	(ВВ) «Вычислительная физика»	2	17	34		51	125	3, 4	180	5
3.	(ВВ) «Дифференциальные уравнения»	3	34	34		68	58	Э, 18	144	4
4.	(ВВ) «Численные методы и математическое моделирование»	5	9	42		51	17	3, 4	72	2
5.	(ВВ) «Методы обработки результатов измерений»	1	17	17		34	34	3, 4	72	2
6.	(ВВ) «Теория вероятностей»	4	17	17		34	34	3, 4	72	2

	и математическая статистика»								
Всего на освоение модуля		128	161		289	357	38	684	19

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	«Методы обработки результатов измерений» «Вычислительная физика», «Дифференциальные уравнения», «Теория вероятностей и математическая статистика» «Векторный и тензорный анализ», «Численные методы и математическое моделирование»
3.2.	Кореквизиты	«Векторный и тензорный анализ»

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

Коды ОП, для которых реализуются 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-О1 «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;
	РО-О2 «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; ПК4 - способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин; ПК5 - способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований; ДОПК2 - способность использовать методы стандартизации и сертификации; ДОПК3 - способность разрабатывать оптимальные методы исследований на данном предприятии; ДПК1 - способность оценивать эффективность разработанных технологий.
	РО-О3 «Способность осуществлять организационно-управленческую 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; ОПК3 - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач; ОПК4 - способность понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности; ОПК5 - способность использовать основные методы, способы и

	<p>средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией;</p> <p>ОПК6 - способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;</p> <p>ОПК8 - способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности;</p> <p>ПК6 - способностью понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований.</p>
--	---

4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля		ОК-7	ОПК-2	ОПК-3	ОПК-4	ОПК-5	ОПК-6	ОПК-8	ПК-4	ПК-5	ПК-6	ДОПК-2	ДОПК-3	ДПК-1
1	(ВВ) «Векторный и тензорный анализ»	*	*	*					*					
2	(ВВ) «Вычислительная физика»	*	*	*	*	*	*		*	*				
3	(ВВ) «Дифференциальные уравнения»	*	*	*					*					
4	(ВВ) «Численные методы и математическое моделирование»	*	*					*	*	*			*	*
5	(ВВ) «Методы обработки результатов измерений»	*	*			*				*	*	*		
6	(ВВ) «Теория вероятностей и математическая статистика»	*	*						*					

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

ВЕКТОРНЫЙ И ТЕНЗОРНЫЙ АНАЛИЗ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Прикладная математика для физиков	Код модуля 1108341
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

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Никифоров Анатолий Елеферьевич	Доктор физ.-мат. наук, профессор	Профессор	Компьютерной физики	

Руководитель модуля

Е.А. Степанова

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 Векторный и тензорный анализ

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Векторный и тензорный анализ» является разделом модуля «Прикладная математика для физиков» и изучает математический аппарат тензорного исчисления широко используемого в различных областях физики. Цель дисциплины – сформировать у студентов начальное представление о свойствах тензоров, инвариантности уравнений и учета симметрии кристаллов в кристаллофизике. Аппарат тензорного исчисления широко используется в курсах общей и теоретической физики, в специальных курсах.

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;

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: фундаментальные положения векторного и тензорного анализа.

Уметь: ставить и решать типовые задачи векторного и тензорного анализа.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности): демонстрировать навыки постановки и решения типовых задач векторного и тензорного анализа, использовать приобретенные знания в различных областях физики.

1.4. Объем дисциплины

Очная форма обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	4
1.	Аудиторные занятия	51	51	51
2.	Лекции	34	34	34
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы			
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	89	7,65	89
6.	Промежуточная аттестация	4	0,25	3, 4
7.	Общий объем по учебному плану, час.	144	58,9	144
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	4		4

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела,	Раздел, тема дисциплины	Содержание
--------------	-------------------------	------------

темы		
1	Введение	Инвариантность физических законов при пространственно-временных преобразованиях и аппарат тензорного исчисления.
2	Тензорная алгебра	Свойства матрицы ортогонального преобразования координат. Тензор. Операции тензорной алгебры. Инвариантные единичные тензоры второго и третьего рангов. Инварианты тензора второго ранга. Главные оси тензора. Тензор в произвольном базисе. Контра- и ковариантные координаты тензора. Метрический тензор. Спиноры. Примеры использования тензорной (спинорной) алгебры в физике.
3	Применение тензорного исчисления в кристаллофизике	Полевые и материальные тензоры при описании физических явлений. Симметрия кристаллов. Принципы Неймана и Кюри. Примеры использования тензорного исчисления в кристаллофизике.
4	Тензорный анализ	Тензорная функция скалярного аргумента. Тензорное поле. Дифференцирование тензорного поля. Ковариантное дифференцирование. Интегральные теоремы.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

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

Очная форма обучения

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	Основы векторной алгебры. Решение векторных уравнений.	2
2	2	Свойства матрицы ортогональных преобразований. Преобразование тензора при поворотах и отражениях.	2
2	3	Приведение тензора к главным осям. Значение тензора в заданном направлении. Характеристическая поверхность	2
2	4	Операции тензорной алгебры. Единичный антисимметричный тензор третьего ранга и его свойства	2
3	5	Симметрия кристаллов. Операции симметрии кристаллов. Понятие группы.	2
3	6	Принцип Неймана. Определение вида тензоров разных рангов для кристаллов. Принцип Кюри	2
4	7,8	Операции дифференцирования и интегрирования тензорных полей.	5

Всего: 17

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

1. Решение векторных уравнений
2. Операции над тензорными полями

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

- Контрольная работа №1 Тензорный анализ.
Контрольная работа №2 Приведение тензора к главным осям.

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)
1-4				*								

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. **Аквис, М. А.** Тензорное исчисление / М.А. Аквис ; В.В. Гольдберг .— 3-е изд., перераб. — Москва : Физматлит, 2005 .— 305 с. — ISBN 5-9221-0424-1 .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67297>>.
2. Дамитренко Ю.И. Тензорное исчисление. М., Высшая школа. 2001.
3. **Батыгин, Владимир Владимирович.** Сборник задач по электродинамике : [для вузов] / В. В. Батыгин, И. Н. Топтыгин ; под ред. М. М. Бредова .— Изд. 2-е, испр. и доп. — Москва : Наука, 1970 .— 503 с. : черт. ; 22 см .— Библиогр.: с. 500-503 (120 назв.) .— 1,32. <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=544>.
4. Переломова Н.В., Тагиева М.М. Задачник по кристаллофизике. М., 1972
5. Гордиенко, А.Б. Основы векторного и тензорного анализа : учебное пособие / А.Б. Гордиенко, М.Л. Золотарев, Н.Г. Кравченко. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2009. - 133 с. - ISBN 978-5-8353-0968-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232488>

9.1.2.Дополнительная литература

1. **Най, Дж.** Физические свойства кристаллов и их описание при помощи тензоров и матриц / Дж. Най ; Пер. с англ. Л. А. Шувалова .— М. : Иностранная литература, 1960 .— 385 с. — Библиогр.: с. 376-379 .— 17-45 .— 26-00.

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 – 0.5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещаемость лекций</i>	4, 1-17	20
<i>Выполнение контрольных работ</i>	4, 3-17	80
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 1		
Промежуточная аттестация по лекциям – не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение занятий</i>	4, 1-17	50
<i>Выполнение домашних работ</i>	4, 1,17	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0.5		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0.5		
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
4	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 применяется

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

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

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий
не предусмотрено

8.3.3. Примерные контрольные кейсы
не предусмотрено

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Инвариантность физических законов при пространственно-временных преобразованиях. Свойства матрицы ортогонального преобразования координат. Тензор. Операции тензорной алгебры. Инвариантные единичные тензоры второго и третьего рангов. Инварианты тензора второго ранга. Главные оси тензора. Тензор в произвольном базисе. Контра- и ковариантные координаты тензора. Метрический тензор. Спиноры. Примеры использования тензорной (спинорной) алгебры в физике. Полевые и материальные тензоры при описании физических явлений. Симметрия кристаллов. Принципы Неймана и Кюри. Примеры использования тензорного исчисления в кристаллофизике. Тензорная функция скалярного аргумента. Тензорное поле. Дифференцирование тензорного поля. Ковариантное дифференцирование. Интегральные теоремы.

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

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Прикладная математика для физиков	Код модуля 1108341
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	Поликарпов Филипп Джонович	нет	доцент	Кафедра общей и молекуляр ной физики	

Руководитель модуля

Е.А. Степанова

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 «Вычислительная физика»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

«Вычислительная физика» является продолжением дисциплины «Программирование» модуля «Математические основы профессиональной деятельности», входит в вариативную часть модуля «Прикладная математика для физиков».

Важными разделами дисциплины являются основы организации арифметики чисел с плавающей точкой, простейшие методы численного дифференцирования и интегрирования, методы Монте-Карло, прикладное программное обеспечение.

При изучении дисциплины «Вычислительная физика» используются разделы и темы следующих дисциплин: «Механика», «Молекулярная физика», «Математический анализ», «Аналитическая геометрия», «Программирование».

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;

ОПК4 - способность понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности;

ОПК5 - способность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией;

ОПК6 - способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;

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

ПК5 - способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: современные информационные технологии для решения профессиональных задач, арифметические и логические основы работы вычислительных машин, основные источники ошибок, возникающие при численных вычислениях, простейшие методы численного дифференцирования и интегрирования, методы Монте-Карло, некоторые пакеты прикладных программ для решения научных задач.

Уметь: выбирать и применять в своей деятельности современные решения, основанные на применении современных методов и подходов, применяемых в информационных технологиях, владеть элементарными численными методами решения задач, связанных с профессиональной деятельностью.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности): иметь навыки работы с компьютером, как средством управления информацией, иметь навыки решения типовых задач с применением вычислительной техники.

1.4. Объем дисциплины

Очная форма обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	2
1.	Аудиторные занятия	51	51	51
2.	Лекции	17	17	17
3.	Практические занятия	34	34	34
4.	Лабораторные работы			
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	125	7,65	125
6.	Промежуточная аттестация	4	0,25	3, 4
7.	Общий объем по учебному плану, час.	180	58,90	180
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	5		5

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Введение.	Предмет вычислительной физики. Место вычислительной физики в теоретических и экспериментальных исследованиях.
P2	Источники ошибок при компьютерных вычислениях	Основы организации арифметики чисел с плавающей точкой. Машинный ноль. Основные источники погрешности результата. Корректность и устойчивость вычислений.
P3	Численное дифференцирование и интегрирование	Методы численного дифференцирования. Основные понятия о разностных методах. Выбор шага численного дифференцирования. Простейшие квадратурные формулы. Правило Рунге для выбора шага численного интегрирования.
P4	Метод Монте-Карло	Нахождение числа пи, численное интегрирование. Прямое статистическое моделирование.
P5	Прикладное программное обеспечение	Классификация программного обеспечения. Пакеты прикладных программ, предназначенных для решения инженерных и научных задач. Графический интерфейс прикладных программ.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

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

Очная форма обучения

Объем модуля (зач.ед.): 19
Объем дисциплины (зач.ед.): 5

Раздел дисциплины	Аудиторные занятия (час.)	Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий
-------------------	---------------------------	---

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.)
P2	1	Машинный ноль	4
P3	2	Численное дифференцирование и интегрирование	8
P4	3	Применение методов Монте-Карло в численных расчетах	4
P5	4	Прикладное программное обеспечение	18
Всего:			34

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

1. Построение диаграммы состояния вещества с помощью прикладных программ.
2. Применение прикладных программ для составления отчета по лабораторной работе физического практикума.

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

4.4.1. Примерная тематика контрольных работ

Контрольная работа №1. Вопросы:

Расчет числа пи методом Монте-Карло.

Метод наименьших квадратов.

Моделирование движения молекул идеального газа.

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												
P2								*			*	
P3					*			*			*	
P4					*			*			*	
P5					*			*			*	

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. **Федоренко, Радий Петрович**. Введение в вычислительную физику : Учеб. пособие для вузов / Р. П. Федоренко .— М. : Изд-во Моск. физико-техн. ин-та, 1994 .— 526 с. : ил. — Рек. Гос. ком. по высш. образованию .— ISBN 5-7417-002-0 (ошибоч.) : 9100-00.
2. Юрьева, А.А. Математическое программирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 432 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/68470>.
3. Квасов, Б.И. Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование Matlab и Scilab [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 324 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71713 .

9.1.2.Дополнительная литература

1. Потопахин, В. Искусство алгоритмизации [Электронный ресурс] / В. Потопахин. — Москва : ДМК Пресс, 2011. — 320 с. — ISBN 978-5-94074-621-8. — <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1269>.
2. Зеленьяк, О. П. Практикум программирования на Turbo Pascal. Задачи, алгоритмы и решения [Электронный ресурс] / О. П. Зеленьяк. — Москва : ДМК Пресс, 2009. — 320 с. - <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1249>.

9.2.Методические разработки

не используются

9.3. Программное обеспечение

MS Office,
Free Pascal RAD IDE Lazarus
PascalABC
Scilab

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Электронные ресурсы поисковых систем Google, Yandex.

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Мальцев В.Н., Поликарпов Ф.Д. Практикум по программированию на языке Паскаль. ЭОР УрФУ. 2015. <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13415>

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Занятия проводятся в компьютерных классах с установленным необходимым системным и прикладным программным обеспечением.

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

Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,1		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	2, 1-17	40
Ведение конспекта лекций	2, 6-9	60
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 1,0		
Промежуточная аттестация по лекциям – не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,9		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Решение задач на практических занятиях по основным разделам дисциплины	2, 1-17	55
Контрольная работа	2, 10	25
Домашняя работа № 1	2, 2-8	10
Домашняя работа № 2	2, 9-17	10
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0,5		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0,5		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 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 2	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 проводится

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

Найти положительное минимальное действительное число, которое при прибавлении к 1.0 (2.0;5.0) дает результат, отличный от 1.0 (2.0;5.0), а число вдвое меньшее уже дает результат не превышающий 1.0 (2.0;5.0). Составьте программу для различных типов вещественных переменных.

Составьте программу для нахождения коэффициентов линейной аппроксимации для экспериментальных данных методом наименьших квадратов.

Вычислить значение числа π методом Монте-Карло с тремя правильными значащими числами после запятой.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

не предусмотрено

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

- Найти положительное минимальное действительное число, которое при прибавлении к 1.0 (2.0;5.0) дает результат, отличный от 1.0 (2.0;5.0), а число вдвое меньшее уже дает результат не превышающий 1.0 (2.0;5.0).
- Составьте программу для различных типов вещественных переменных.
- Составьте программу для нахождения коэффициентов линейной аппроксимации для экспериментальных данных методом наименьших квадратов.
- Вычислить значение числа π методом Монте-Карло с тремя правильными значащими числами после запятой.

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

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Прикладная математика для физиков	Код модуля 1108341
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	Чернышев Владимир Артурович	кандидат физ.- мат. наук, доцент	Доцент кафедры компьютер ной физики	компьюте рной физики	

Руководитель модуля

Е.А. Степанова

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

2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ Численные методы и математическое моделирование

1.2. Аннотация содержания дисциплины

В курсе излагаются основы численных методов для решения математических задач, возникающих при исследовании физических систем. Рассматривается интерполяция функций, поиск корней нелинейных уравнений, вычислительные методы линейной алгебры, решение обыкновенных дифференциальных уравнений, многомерная оптимизация.

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;

ОПК8 - способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности;

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

ПК5 - способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований;

ДОПК3 - способность разрабатывать оптимальные методы исследований на данном предприятии;

ДПК1 - способность оценивать эффективность разработанных технологий.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать основы численных методов, основные способы интерполяции функций, численного решения нелинейных уравнений, систем линейных уравнений, численного интегрирования, решения ОДУ, задач оптимизации.

Уметь сделать правильный выбор численного метода для решения конкретной задачи.

Учитывать границы применимости данного метода и обеспечивать необходимую точность.

Уметь работать с прикладными пакетами, ориентироваться в численных методах, реализованных в прикладных пакетах.

Уметь построить математическую модель физической задачи и обосновать выбор численных методов для неё.

Владеть навыками разработки программ на алгоритмических языках для реализации численных методов.

5.4. Объем дисциплины

Очная форма обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	5
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	3, 4	0,25	3, 4
7.	Общий объем по учебному плану, час.	72	58,9	72
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	2		2

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Очная форма обучения

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Приближенные числа, погрешности	Приближенные числа, погрешности. Вычисление значений простейших функций.
2	Интерполяция и приближение функций	Интерполяция и приближение функций. Интерполяционные полиномы Лагранжа, первая интерполяционная формула Ньютона, вторая интерполяционная формула Ньютона. Сплайн интерполяция. Кубическая сплайн-функция. Эмпирические формулы. Метод наименьших квадратов.
3	Поиск корней нелинейных уравнений	Поиск корней нелинейных уравнений. Отделение корней. Бисекция. Методы Ньютона. Метод касательных, метод хорд. Комбинированный метод хорд и касательных. Итерационные методы. Сравнение методов по скорости сходимости итерационного процесса.
4	Решение систем уравнений	Решение систем уравнений. Метод Гаусса. Метод простой итерации, метод итераций Зейделя.
5	Численное дифференцирование. Численное интегрирование	Численное дифференцирование. Численное интегрирование. Методы левых, правых, средних прямоугольников. Метод трапеций. Метод Симпсона. Методы Чебышева, Котеса, Гаусса. Погрешность численного интегрирования.
6	Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений	Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера, модификации метода Эйлера-метод серединных точек, метод Эйлера-Коши. Метод Рунге-Кутты. Погрешности методов.

7	Вычислительные методы решения краевых задач математической физики	Вычислительные методы решения краевых задач математической физики. Разностные схемы.
8	Задачи оптимизации	Задачи оптимизации. Одномерная и многомерная оптимизация. Метод покоординатного спуска, метод градиентного спуска, метод квадратичной интерполяции-экстраполяции.

7. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

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

Очная форма обучения

8. 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	Приближенные числа, погрешности	2
2	2	Интерполяция. Полином Лагранжа	2
2	3	Полиномы Ньютона	2
2	4	Метод наименьших квадратов	2
3	5	Решение нелинейных уравнений. Метод хорд, метод Ньютона.	2
3	6	Решение нелинейных уравнений. Метод итераций.	2
4	7	Решение систем уравнений. Метод Гаусса.	2
4	8	Решение систем уравнений. Метод простых итераций, метод итераций Зейделя.	2
5	9	Численное интегрирование. Методы левых, правых, средних прямоугольников. Метод трапеций. Метод Симпсона.	2
5	10	Погрешность квадратурных формул.	2
5	11	Квадратурные формулы Котеса, Чебышева.	2
5	12	Квадратурная формула Гаусса. Использование прикладных пакетов.	2
6	13	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера. Метод серединных точек, метод Эйлера-Коши.	2
6	14	Метод Рунге-Кутты четвертого порядка точности.	2
6	15	Методы Адамса.	2
6	16	Методы Адамса. Предиктор-корректор.	2
7	17	Численное решение краевых задач математической физики	2
7	18	Решение краевых задач математической физики. Разностные схемы. Использование прикладных пакетов.	2
8	19	Задачи оптимизации. Метод градиентного спуска.	2
8	20	Задачи оптимизации. Метод квадратичной интерполяции-экстраполяции.	2
8	21	Задачи оптимизации. Метод квадратичной интерполяции-экстраполяции. Использование прикладных пакетов.	2

Всего: 42

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.4. Примерный перечень тем домашних работ

Домашняя работа №1. Темы:

1. Решение нелинейных уравнений методом Ньютона. Оценка погрешностей решения.
2. Решение нелинейных уравнений комбинированным методом. Обоснование выбора метода.

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

4.3.8. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

не предусмотрено

4.3.9. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

не предусмотрено

4.3.10. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

не предусмотрено

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

1. Численное интегрирование, численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений, задачи оптимизации..

2. Решение уравнений математической физики эллиптического типа.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Численное интегрирование и дифференцирование.

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)
1-8				*	*							

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. . П. Демидович, И. А. Марон. Основы вычислительной математики. СПб.: Лань, 2009. <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2025>.

2. Волков, Е.А. Численные методы [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/54>.

9.1.2.Дополнительная литература

1. Калиткин, Н. Н. Численные методы. Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 1978. 22 экз.

9.2.Методические разработки

1. Чернышев В.А., Захаров А.Ю. Решение задач по численным методам (нелинейные уравнения, системы линейных уравнений, интерполирование). Методические указания. Изд-во Уральского Университета, 2004 г., Екатеринбург.
2. Чернышев В.А. Решение задач по численным методам (численное интегрирование, решение обыкновенных дифференциальных уравнений). Методические указания. Изд-во Уральского Университета, 2005 г., Екатеринбург.

9.3.Программное обеспечение

Пакеты Maple, Mathematica, Borland Developer Studio 2006

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

Чернышев В.А. «Вычислительная математика». Электронный ресурс.

http://study.urfu.ru/view/aid_view.aspx?AidId=10808 УрФУ, 2012.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Аудитории, оборудованные мультимедийной техникой. Компьютерный класс с установленными пакетами Maple, Mathematica, Borland Developer Studio 2006, доступ в интернет.

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: Весовой коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	V, 1 - 17	60
Выполнение контрольных работ (СРС)	V, 10,16	40
Коллоквиум	V, 8	
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5		

2. Практические/семинарские занятия: Весовой коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение практических занятий	V, 1 - 17	40
Домашняя работа №1	V, 7	60
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
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
5	1

6. 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 проводится

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

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

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

1. Найдите относительную погрешность приближенного значения $2,72$ для числа e . У приближенных чисел $a = 3,540$ и $b = 0,02$ все значащие цифры верные. Найдите относительные погрешности этих чисел.
2. Дана таблица значений функции $y = f(x)$.

x	1,5	1,6	1,7
y	4,48	4,95	5,47

Постройте интерполяционный полином Лагранжа и найдите значение функции в точке $x = 1,57$. Оцените погрешность интерполяции. Сколько узлов интерполяции необходимо, чтобы построить полином Лагранжа 6-ой степени?

3. Для уравнений $\arctg x - 0,5x = 0$ и $1 - x = \sin x$ найти отрезки, где отделены корни, при этом определить их так, чтобы для уточнения корней были применимы методы хорд и Ньютона.
4. Отделите корни уравнений $\cos x - x = 0$ и $\cos x + x = 0$ так, чтобы на отрезках, где отделены корни, выполнялись условия метода хорд. Запишите соответствующие формулы с конкретными значениями для первых двух итераций.
5. Какой из концов отрезка $[a; b]$ следует выбрать в качестве начального приближения в методе Ньютона, если $f''(x) > 0$, и $f(a) < 0$?
6. Сколько итераций необходимо сделать, чтобы найти корень уравнения $\exp(-x) - \sin(x) = 0$ с точностью $\varepsilon = 10^{-3}$ методом бисекции на отрезке $[0; 1]$?
7. В каких случаях метод Ньютона не определен?
8. Покажите, что метод хорд можно применить для нахождения корня уравнения $\frac{1}{x} - 1 = 0$ на отрезке $[0,5; 2]$.
9. Сформулируйте достаточные условия сходимости итерационного процесса при нахождении корня уравнения.
10. Докажите, что если определить функцию $\varphi(x)$ по формуле $\varphi(x) = x - \frac{f(x)}{k}$, где $|k| > \frac{Q}{2}$, $Q = \max_{[a;b]} |f'(x)|$, знак k совпадает со знаком $f'(x)$ на отрезке $[a; b]$, то уравнение $x = \varphi(x)$ эквивалентно уравнению $f(x) = 0$ и функция $\varphi(x)$ удовлетворяет достаточному условию сходимости.
11. Вычислить определитель матрицы

$$B = \begin{pmatrix} 3 & 4 & 2 & 1 \\ 3 & 1 & 1 & 2 \\ 2 & 4 & 1 & 3 \\ 2 & 2 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

с помощью прямого хода метода Гаусса. Написать программный код на алгоритмическом языке.

12. Если значения функции $y(x)$ рассчитываются с погрешностью ε , то оптимальный шаг численного дифференцирования по «центральной» формуле следует определять из

соотношения: а). $h_{opt} = \left(\frac{8\varepsilon}{M_2}\right)^{1/2}$ б). $h_{opt} = \left(\frac{3\varepsilon}{M_3}\right)^{1/3}$ в). $h_{opt} = \left(\frac{\varepsilon^2}{2M_3}\right)^{1/3}$. (Выберите правильный ответ).

13. Как изменится оптимальный шаг численного дифференцирования в «центральной» формуле, если погрешность ε , с которой рассчитываются значения функции $y(x)$, уменьшится в восемь раз?

14. Какими методами можно вычислить интеграл $\int_0^1 (\ln(1-x) - \sqrt{x}) dx$?

15. Завышенное или заниженное значение интеграла $\int_1^2 \sqrt{x} dx$ будет получено методом левых прямоугольников?

16. Найдите минимальное число частей n , на которое необходимо разбить отрезок интегрирования, чтобы найти интеграл $\int_1^2 \frac{dx}{x}$ с точностью $\varepsilon = 0.005$ по формуле средних прямоугольников.

17. Найдите минимальное число частей n , на которое необходимо разбить отрезок интегрирования, чтобы найти интеграл $\int_1^2 \frac{dx}{x}$ с точностью $\varepsilon = 0.01$ по формуле правых прямоугольников.

18. Если четвертая производная подынтегральной функции $f(x)$ неизвестна, то по какой формуле можно оценить погрешность численного интегрирования методом Симпсона?

19. Полиномом какой степени отрезке длиной $2h$ аппроксимируется подынтегральная функция при расчете интеграла по формуле Симпсона?

20. Для полинома какой степени квадратурная формула Гаусса с n узлами дает точный результат?

21. Для полинома какой степени квадратурная формула Чебышева с n узлами дает точный результат?

22. Какими методами можно вычислить интеграл $\int_0^1 (\ln(1-x) - \sqrt{x}) dx$?

23. Используя метод Эйлера и метод срединных точек на отрезке $[1; 1,2]$ найти численное решения дифференциального уравнения

$$y' = x^2 + y^2$$

удовлетворяющее начальному условию $y(1) = 1$ и оценить погрешность решения при $x = 1,2$.

24. Используя метод Рунге-Кутты четвертого порядка на отрезке $[1; 1,2]$ найти численное решения дифференциального уравнения

$$y' = x^2 + y^2$$

удовлетворяющее начальному условию $y(1) = 1$ и оценить погрешность решения при $x = 1,2$. Отрезок $[1; 1,2]$ разбить на такое же число частей n , как в предыдущей задаче.

Оценить погрешность решения. Сравнить результаты.

25. Почему в методе Рунге-Кутты интеграл на отрезке $[x_i; x_{i+1}]$ вычисляется различными методами, а затем в качестве результата берется среднее значение?

32. В результате измерений получена таблица функции

X	X ₁ , X ₂ ,X _n
F(x)	Y ₁ , Y ₂ ,Y _n

Необходимо аппроксимировать функцию $F(x)$ прямой $y = ax + b$ с помощью метода наименьших квадратов. Выведите формулы для вычисления коэффициентов a и b .

33. В статье R.G. Gordon, Y.S.Kim – *J.Chem.Phys.*, 1972, v.56, №6, p.3122-3133 в табличном виде приведена зависимость энергии от расстояния для взаимодействующих пар ионов Ne-Ne. Необходимо аппроксимировать данную зависимость функцией вида $y = y_0 + A \exp(-Bx)$ на отрезке $[2,5; 4,8]$. Для нахождения y_0 , A и B записать функцию невязки и найти ее минимум методом градиентного спуска.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

не предусмотрено

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Метод деления отрезка пополам
2. Метод хорд
3. Метод Ньютона
4. Метод итераций (решение нелинейных уравнений)
5. Необходимо найти корень уравнения $x - \sqrt[3]{3x-1} = 0$ на отрезке $[0,2; 0,5]$ методом итераций. При приведении уравнения к виду $x = \varphi(x)$ можно ли выразить функцию $\varphi(x)$ как $\varphi(x) = \sqrt[3]{3x-1}$?
6. Метод итераций. Вывести соотношение для оценки приближения корня.
7. Прямые и итерационные методы решения систем линейных уравнений. Метод исключения Гаусса.
8. Решение систем линейных уравнений. Метод итераций. Достаточные условия сходимости метода итераций.
9. Приведение системы линейных уравнений к виду, пригодному для итераций.
10. Метод итераций Зейделя. Условие прекращения итераций.
11. Разложение периодических функций в ряд Фурье. Коэффициенты ряда.
12. Функция задана таблично

x	2,3	2,4	2,5
y	5,29	5,76	6,25

13. Найти $y'|_{x=2,4}$ с помощью формул левых, правых и центральных разностей.
14. Вывести формулу для вычисления второй производной $y'' = \frac{y_2 - 2y_1 + y_0}{h^2}$
15. Численное дифференцирование. Погрешность формулы центральных разностей.
16. Численное интегрирование. Метод средних прямоугольников. Метод трапеций.
17. Расчет интеграла $\int_0^1 (\sqrt{x} + \ln(x)) dx$ методом левых прямоугольников даст завышенное или заниженное значение?
18. Формула Симпсона. Погрешность формулы Симпсона.
19. Вывести соотношение для оценки погрешности метода средних прямоугольников.
20. Соотношения для строгой оценки погрешности квадратурных формул (с использованием производных).
21. Оценка погрешностей квадратурных формул методом Рунге.
22. Интерполяционный полином Лагранжа.
23. Функция задана таблично

x	1	2	5
y	5	13	17

24. Необходимо интерполировать ее полиномом второй степени.
25. Функция задана таблично

x	0	1	3
y	4	7	19

26. Необходимо интерполировать ее полиномом второй степени и найти значение функции при $x = 2$.
27. Квадратурная формула Котеса.
28. Вычислить коэффициенты C_1^0 и C_1^1 квадратурной формулы Котеса.
29. Вычислить коэффициенты C_2^0 , C_2^1 и C_2^2 квадратурной формулы Котеса.
30. Квадратурная формула Чебышева.
31. Квадратурная формула Гаусса.
32. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера. Погрешность метода Эйлера.
33. Метод Эйлера-Коши. Погрешность метода.
34. Метод срединных точек. Погрешность метода.
35. Метод Рунге-Кутты четвертого порядка.
36. Метод градиентного спуска.
37. Вычисление определителя с помощью прямого хода метода Гаусса.

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

8.3.9. Перечень примерных вопросов для коллоквиума

1. Численное дифференцирование.
2. Численное интегрирование.
3. Методы левых прямоугольников.
4. Методы правых прямоугольников.
5. Методы средних прямоугольников.
6. Метод трапеций.
7. Метод Симпсона.
8. Метод Чебышева.
9. Метод Котеса.
10. Метод Гаусса.
11. Погрешность численного интегрирования.

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
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Прикладная математика для физиков	Код модуля 1108341
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	Бострем Ирина Геннадьевна	Кандидат физико- математических наук	доцент	теоретической физики	

Руководитель модуля

Е.А. Степанова

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 **Дифференциальные уравнения**

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина изучается после получения студентами базовых знаний по математическому анализу, аналитической геометрии, линейной алгебре и теории функций комплексного переменного. Содержание дисциплины изменено по сравнению с традиционными математическими курсами с целью дать студентами необходимый математический аппарат для изучения курсов теоретической физики (опущены некоторые громоздкие доказательства, введена глава, посвященная специальным функциям физики). Дисциплина является предшествующей для дисциплины «Методы математической физики».

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;

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: основы теории дифференциальных уравнений;

Уметь: решать основные интегрируемые типы дифференциальных уравнений;

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

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.)*	
				3
1.	Аудиторные занятия	68	68	68
2.	Лекции	34	34	34
3.	Практические занятия	34	34	34
4.	Лабораторные работы			
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	58	10,20	58
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Э, 18
7.	Общий объем по учебному плану, час.	144	80,53	144
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	4		4

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Основные понятия об обыкновенных дифференциальных уравнениях (ОДУ).	Примеры. Основные определения: общее, частное, особое решение. Интегральная кривая. Понятие о задаче Коши и граничной задаче. Геометрическая интерпретация решений.
P2	Элементарные методы интегрирования ОДУ первого порядка.	Уравнения, разрешенные относительно производной. Метод разделения переменных. Сведение к этому методу посредством замены аргумента и функции. Линейные уравнения и уравнение Бернулли. Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. Уравнения, не разрешенные относительно производной. Метод введения параметров. Уравнения Клеро и Лагранжа.
P3	Существование и единственность решения задачи Коши для ОДУ первого порядка.	Сведение задачи Коши к решению интегрального уравнения. Операторная формулировка этого уравнения. Метрическое пространство. Предел последовательности точек этого пространства и его свойства. Полное метрическое пространство. Принцип сжатых отображений. Теорема Пикара о существовании и единственности решения задачи Коши для ОДУ первого порядка, разрешенного относительно производной. Непрерывная зависимость решения от параметров и начальных условий. Замечания и дополнения к теореме Пикара. Особые точки и особые решения. Теорема Пикара для ОДУ первого порядка, не разрешенного относительно производной (без доказательства). Особые точки и особые решения в этом случае.
P4	ОДУ n-го порядка.	Сведение к системе ОДУ первого порядка. Постановка задачи Коши. Теорема Пикара для системы ОДУ первого порядка (без доказательства). Элементарные методы интегрирования ОДУ n -го порядка.
P5	Линейные ОДУ n-го порядка (ЛДУ).	Теорема Пикара. Свойства решений. Свойства решений однородного уравнения. Линейно-зависимые и независимые системы функций. Определитель Вронского и его свойства. Общее решение однородного уравнения. Фундаментальная система решений. Принцип суперпозиции. Общее решение однородного уравнения. Метод вариации постоянных. ЛДУ с постоянными коэффициентами. Подстановка Эйлера. Характеристическое уравнение. Построение фундаментальной системы решений в случае вещественных, комплексных (простых и кратных) корней. Уравнение колебаний. Метод неопределенных коэффициентов.
P6	Системы ЛДУ первого порядка.	Теорема Пикара. Свойства решений. Свойства решений однородной системы. Линейно зависимые и независимые системы функций. Определитель Вронского и его свойства. Общее решение однородной системы. Фундаментальная система решений. Принцип суперпозиции. Общее решение неоднородной системы. Метод вариации постоянных. Системы ЛДУ первого порядка с постоянными коэффициентами. Подстановка Эйлера.

		Характеристическое уравнение. Построение фундаментальной системы решений в случае вещественных, комплексных (простых и кратных) корней. Сведение к ЛДУ n -го порядка. Метод неопределенных коэффициентов.
P7	ЛДУ n-го порядка с переменными коэффициентами.	Формула Остроградского–Лиувилля. Приведение уравнения к упрощенному виду: самосопряженное уравнение и уравнение, не содержащее первой производной. Интегрирование уравнения с помощью степенных рядов. Уравнение Бесселя. Функции Бесселя первого и второго рода. Рекуррентные соотношения для функций Бесселя. Асимптотика функций Бесселя. Сферические функции Бесселя. Выражение сферических функций Бесселя через элементарные функции. Уравнение Лежандра. Частные случаи $n = 0, 1$. Полиномы Лежандра и функции Лежандра второго рода. Формула Родрига для полиномов Лежандра. Рекуррентные соотношения для полиномов Лежандра. Свойства полиномов Лежандра. Соотношение ортогональности. Присоединенные функции Лежандра и их свойства. Понятие о полиномах Лагерра и Эрмита.
P8	ЛДУ в частных производных первого порядка.	Однородные ЛДУ в частных производных первого порядка. Простейший случай – две независимые переменные. Лемма о частных решениях этого уравнения. Общее решение. Геометрическая интерпретация. Постановка и решение задачи Коши. Обобщение на случай многих переменных.

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

4.1. Лабораторные работы

не предусмотрено

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1	ОДУ с разделяющимися переменными	2
P2	2	Однородные ОДУ	2
P2	3	Линейные ОДУ	2
P2	4	Уравнение Бернулли	2
P2	5	Уравнения в полных дифференциалах	2
P2	6	ОДУ, не разрешенные относительно производной	1
P2	7	Метод введения параметра	2
P2	8	Уравнения Лагранжа и Клеро	1
P2	9	Контрольная работа №1	2
P4	10	Методы понижения порядка	2
P4	11	Однородные ЛДУ n-го порядка. Построение фундаментальной системы решений	2
P5	12	Неоднородные ЛДУ n-го порядка. Метод неопределенных коэффициентов	2
P5	13	Неоднородные ЛДУ n-го порядка. Метод вариации произвольных постоянных	2
P5	14	Однородные системы ЛДУ 1 порядка. Построение фундаментальной системы решений.	2
P6	15	Неоднородные системы ЛДУ 1 порядка. Метод неопределенных коэффициентов.	4
P6	16	Неоднородные системы ЛДУ 1 порядка. Метод вариации постоянных	2
P6	17	Контрольная работа №2	2

Всего: 34

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Домашняя работа № 1. Интегрирование ОДУ 1 порядка, разрешенных относительно производной.

Домашняя работа № 2. Решение ЛДУ 2 порядка с постоянными коэффициентами.

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

4.3.11. Примерная тематика контрольных работ

Контрольная работа №1. Темы:

1. ОДУ 1 порядка, разрешенные относительно производной.
2. ОДУ 1 порядка, не разрешенные относительно производной.

Контрольная работа №2. Темы:

1. ОДУ n-го порядка.
2. ЛДУ 2-го порядка с постоянными коэффициентами.
3. Системы ЛДУ 1-го порядка с постоянными коэффициентами.

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-P8				*	*							

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. [Шолохович, Фридрих Акимович](#). Лекции по дифференциальным уравнениям (университетский курс : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям с углубленной мат. подгот. (математика, механика, физика и др. / Ф. А. Шолохович ; Урал. гос. ун-т им. А. М. Горького. — Екатеринбург : Уральское издательство, 2005. — 232 с. : ил. ; 21 см. — Предм. указ.: с. 230-231. - Тираж 1200 экз. — Библиогр.: с. 228-229. — Рекомендовано в качестве учебного пособия. — ISBN 5-93667-072-4.
2. [Эльсгольц, Лев Эрнестович \(1909-1967\)](#). Дифференциальные уравнения : [учебник для физических и физико-математических факультетов университетов] / Л. Э. Эльсгольц. — Москва : URSS : ЛКИ, 2002. — 309 с. : ил. — (Классический учебник МГУ). — Допущено

М-вом высш. и сред. спец. образования СССР .— Библиогр.: с. 306 (7 назв.) .— Предм. указ.: с. 307-309 .— ISBN 978-5-382-01491-3.

3. [Филиппов, Алексей Федорович \(1923-\)](#). Сборник задач по дифференциальным уравнениям / А. Ф. Филиппов .— Изд. 5-е .— Москва : URSS : [ЛИБРОКОМ, 2002] .— 235, [2] с. : ил. — (Классически й учебник МГУ) .— ISBN 978-5-397-03637-5.
4. [Тихонов, Андрей Николаевич](#). Дифференциальные уравнения : учебник для вузов / А. Н. Тихонов, А. Б. Васильева, А. Г. Свешников .— 4-е изд., стер. — М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005 .— 256 с. : ил. — (Классический университетский учебник) (Курс высшей математики и математической физики ; вып. 6) .— Рек. М-вом образования РФ .— Библиогр.: с. 249-250 (28 назв.) .— ISBN 5-9221-0277-X : 130-00 .— 114-00.
5. [Демидович, Б. П.](#) Дифференциальные уравнения [Текст] : .— Москва : Лань, 2008 .— 288 с. — (Классическая учебная литература по математике) .— .— 1 экз. — ISBN 978-5-8114-0677- .— <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=126>.
6. [Бибиков, Ю. Н.](#) Курс обыкновенных дифференциальных уравнений [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. Н. Бибиков .— Москва : Лань, 2011 .— 304 с. — .— Предм. указ. : с. 299-301 .— ISBN 978-5-8114-1176-4 .— <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1542>.

9.1.2. Дополнительная литература

1. Пантелеев А.В., Якимова А.С., Босов А.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Основы теории и алгоритмы решений. М., 2001
2. Зайцев В.Ф., Полянин А.Д., Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям, М., 2001

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.

Электронная библиотека УрФУ oras.urfu.ru

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ study.urfu.ru

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

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.

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	III, 2,5,12	30
Мини-контрольные работы по теме лекции	III, 2,5,12	70
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
Посещение занятий	III, 1-17	10
Участие в работе на практическом занятии	III, 1-17	10
Контрольная работа № 1 Интегрирование ОДУ 1 порядка	III, 9	30
Контрольная работа № 2 Решение ЛДУ и систем ЛДУ с постоянными коэффициентами	III, 17	30
Домашняя работа № 1 Интегрирование ОДУ 1 порядка, разрешенных относительно производной	III, 6	10
Домашняя работа № 2 Решение ЛДУ 2 порядка с постоянными коэффициентами	III, 14	10
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 III	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 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. Метрическое пространство. Аксиомы. Примеры
2. Предел последовательности точек метрического пространства. Свойства предела.
3. Полное метрическое пространство.
4. Принцип сжатых отображений.
5. Теорема Пикара для ДУ первого порядка, разрешенного относительно производной.
6. Непрерывная зависимость решения задачи Коши от начальных условий.
7. Замечания и дополнения к теореме Пикара. Упрощение условия Липшица. Линейное уравнение. Особые точки.
8. ДУ n -порядка. Сведение к системе ДУ первого порядка.
9. Теорема Пикара для системы ДУ первого порядка.
10. ЛДУ n -порядка. Задача Коши. Теорема Пикара.
11. ЛДУ n -порядка. Свойства решений однородного уравнения.
12. ЛДУ n -порядка. Определитель Вронского. Линейно-зависимые и независимые решения однородного уравнения.
13. ЛДУ n -порядка. Фундаментальная система решений однородного уравнения.
14. ЛДУ n -порядка. Общее решение однородного уравнения.
15. ЛДУ n -порядка. Общее решение неоднородного уравнения.
16. ЛДУ n -порядка. Метод вариации постоянных.
17. ЛДУ n -порядка. Уравнение с постоянными коэффициентами. Подстановка Эйлера. Случай простых корней.
18. ЛДУ n -порядка. Уравнение с постоянными коэффициентами. Подстановка Эйлера. Случай кратных корней.
19. Система ЛДУ первого порядка. Задача Коши. Теорема Пикара.
20. Система ЛДУ первого порядка. Свойства решений однородной системы.
21. Система ЛДУ первого порядка. Определитель Вронского. Линейно-зависимые и независимые решения однородной системы.
22. Система ЛДУ первого порядка. Фундаментальная система решений однородной системы.
23. Система ЛДУ первого порядка. Общее решение однородной системы.
24. Система ЛДУ первого порядка. Общее решение неоднородной системы.
25. Система ЛДУ первого порядка. Метод вариации постоянных.
26. Система ЛДУ первого порядка. Системы с постоянными коэффициентами. Подстановка Эйлера.
27. ДУ в частных производных первого порядка ($n=2$). Лемма о частном решении.
28. ДУ в частных производных первого порядка ($n=2$). Общее решение. Решение задачи Коши.
29. ДУ в частных производных первого порядка ($n>2$). Частное и общее решение. Решение задачи Коши. Примеры.

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

ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Прикладная математика для физиков	Код модуля 1108341
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

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Овчинников Александр Сергеевич	Доктор физико- математических наук	профессор	теоретической физики	

Руководитель модуля

Е.А. Степанова

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 вероятностей и математическая статистика

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Курс лекций ставит целью дать основные понятия теории вероятностей и математической статистики и наряду с другими дисциплинами модуля «Статистика для физиков» завершает базовое математическое образование студентов направления «Физика». Основные разделы курса включают алгебру событий и алгебру вероятностей, схему независимых испытаний, теорию марковских цепей, случайные величины и их характеристики, предельные теоремы, основные понятия математической статистики, статистические оценки, проверку гипотез, построение доверительных интервалов.

В ходе освоения курса студенты получают представление о математических методах обработки экспериментальных данных, и построении физических статистических моделей на основе вероятностного описания. Задачей курса является формирование твердых теоретических знаний и практических навыков в области теории вероятностей и математической статистики.

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;

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: основы теории вероятностей и математической статистики.

Уметь: использовать математический аппарат теории вероятностей для освоения теоретических основ и практического использования методов математической статистики

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

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.)	4
1.	Аудиторные занятия	34	34	34
2.	Лекции	17	17	17
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы			
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	34	5,10	34
6.	Промежуточная аттестация	3,4	0,25	3,4
7.	Общий объем по учебному плану, час.	72	39,35	72
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	2		2

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Алгебра событий и вероятность	Классификация событий. Алгебра событий. Аксиоматическая схема. Классическое определение вероятности. Геометрическое определение вероятности. Правила комбинаторики.
P2	Алгебра вероятностей	Сложение вероятностей (а) попарно независимых событий (б) любых двух событий. Условная вероятность. Взаимно независимые события. Сложение вероятностей для n независимых событий. Формула полной вероятности и формула Байеса. Схема Бернулли. Биномиальная вероятность. Теорема Пуассона для предела биномиальной вероятности. Функция Лапласа, ее производная. Локальная и интегральная формулы Муавра-Лапласа для биномиальных вероятностей их суммы.
P3	Случайные величины и их числовые характеристики	Дискретная случайная величина. Формы задания закона распределения дискретной случайной величины. Непрерывная случайная величина. Связь функции распределения с ее плотностью. Свойства плотности вероятности. Законы распределения: биномиальный, Пуассона, нормальный. Математическое ожидание и дисперсия случайной величины. Медиана и мода. Начальные и центрированные моменты случайной величины.
P4	Предельные теоремы	Первое и второе неравенство Чебышева. Теоремы Чебышева и Бернулли. Центральная предельная теорема для случая одинаково распределенных слагаемых.
P5	Дискретные цепи	Классификация марковских цепей. Критерий возвратности

	Маркова	состояний. Случайные блуждания на решетке.
Р6	Выборка и характеристики ее распределения	Генеральная совокупность. Вариационный и статистический ряд. Эмпирическая функция распределения. Числовые характеристики рассеяния. Асимметрия. Эксцесс. Гистограмма.
Р7	Интервальное оценивание числовых характеристик и проверка статистических гипотез	Распределение Стьюдента и хи-квадрат. Случайные блуждания на решетке. Критерий согласия Пирсона (хи-квадрат). Доверительный интервал для среднего нормально распределенной величины.

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

4.1. Лабораторные работы

не предусмотрено

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Алгебра событий, классическое определение вероятности. Правила комбинаторики	2
P2	2-3	Правило сложения вероятностей. Теорема умножения вероятностей. Схема Бернулли, формула Пуассона, формулы Муавра-Лапласа	3
P2	3	Контрольная работа №1	1
P3	4-5	Дискретные случайные величины. Непрерывные случайные величины	3
P4	5-6	Первое и второе неравенства Чебышева. Теорема Чебышева. Теорема Бернулли. Центральная предельная теорема.	2
P5	6-7	Критерий возвратности состояний. Случайные блуждания на решетке.	2
P6	7-8	Числовые характеристики рассеяния. Асимметрия. Эксцесс. Гистограмма.	2
P7	8	Доверительный интервал. Критерий значимости и статистика критерия. Критерий хи-квадрат.	1
P7	9	Контрольная работа	1

Всего: 17

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1 Примерный перечень тем домашних работ

1. Решение задач по алгебре событий.
2. Решение задач на вычисление классических вероятностей. Решение задач на вычисление геометрических вероятностей.
3. Решение задач по алгебре вероятностей с использованием комбинаторики. Решение задач по вычислению полной вероятности и оценке апостериорных вероятностей.
4. Решение вероятностных задач по схеме Бернулли. Решение задач с использованием функции распределения.
5. Вычисление числовых характеристик дискретных и непрерывных распределений. Оценки вероятностей с помощью предельных теорем.
6. Решение задач для однородных дискретных марковских цепей.
7. Построение доверительных интервалов. Проверка статистических гипотез.

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

1. Алгебра событий. Комбинаторика.
2. Доверительный интервал. Критерии значимости.

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. [Боровков Александр Алексеевич](#). Математическая статистика [Текст] : учеб. / А. А. Боровков .— Москва : Лань, 2010 .— 704 с. — (Лучшие классические учебники) .— . ISBN 978-5-8114-1013-2 : 669.90 .— <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3810>.
3. [Боровков, Александр Алексеевич](#). Теория вероятностей : учеб. пособие для вузов / А. А. Боровков .— Изд. 5-е, суц. перераб. и доп. — М. : Либроком, [2009] .— 652 с. : ил. — Рек. Учеб.-метод. об-нием по клас. унив. образованию .— Книга - Лауреат Премии Правительства Рос. Федерации .— Библиогр.: с. 465-466 (33 назв.) .— ISBN 978-5-397-00582-1.
4. [Свешников, Арам Арутюнович \(доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР ; 1911-1979\)](#) . Прикладные методы теории вероятностей [Текст] : учеб. / А. А. Свешников; под ред. О. И. Зайца .— Москва : Лань, 2012 .— 480 с. : ил. ; 84x108 1/32 .— (Классическая учеб. лит. по математике) (Специальная литература) (Учебники для вузов) .— Рекомендовано Учебно-методическим объединением по университетскому политехническому образованию в качестве учебника для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки магистров «Системный

- анализ и управление». — Библиогр.: с. 461-462. — ISBN 978-5-8114-1219-8. — <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3184>.
5. **Гнеденко, Борис Владимирович**. Курс теории вероятностей : учеб. для студентов мат. специальностей ун-тов / Б. В. Гнеденко ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. — Изд. 8-е, испр. и доп. — Москва : УРСС, 2005. — 448 с. : ил. ; 22 см. — (Классический университетский учебник). — Алф. указ.: с. 444-446. — Библиогр.: с. 441-442. — Допущено в качестве учебника. — ISBN 5-354-01091-8.
 6. **Зубков, Андрей Михайлович**. Сборник задач по теории вероятностей : учеб. пособие / А. М. Зубков, Б. А. Севастьянов, В. П. Чистяков. — Изд. 3-е, стер. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2009. — 320 с. ; 20 см. — (Учебники для вузов, Специальная литература). — Библиогр.: с. 319 (13 назв.). — без грифа. — ISBN 978-5-8114-0975-4.
 7. **Семенчин, Евгений Андреевич**. Теория вероятностей в примерах и задачах : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Прикладная математика" / Е. А. Семенчин. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2007. — 352 с. : ил. ; 21 см. — (Учебники для вузов, Специальная литература). — Библиогр.: с. 350-351 (27 назв.). — Рекомендовано в качестве учебного пособия. — ISBN 978-5-8114-0648-7.
 8. **Розанов, Юрий Анатольевич**. Лекции по теории вероятностей : [учеб. пособие] / Ю. А. Розанов. — 3-е изд. — Долгопрудный : Интеллект, 2008. — 136 с. ; 21 см. — (Физтеховский учебник). — Библиогр. в примеч. — ISBN 978-5-91559-009-9.
 9. **Чистяков, Владимир Павлович**. Курс теории вероятностей : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. и специальностям в обл. техники и технологии / В. П. Чистяков. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Дрофа, 2007. — 252, [2] с. : ил. ; 22 см. — (Высшее образование). — Предм. указ.: с. 249-250. — Библиогр.: с. 248 (17 назв.). — Допущено в качестве учебника. — ISBN 978-5-358-03022-0.
 10. **Кобзарь, Александр Иванович**. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / А. И. Кобзарь. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006. — 816 с. ; 24 см. — (Современные методы в математике). — Предм., имен. указ.: с. 806-813. — Библиогр.: с. 737-759 (638 назв.). — ISBN 5-9221-0707-0.

9.1.2. Дополнительная литература

1. А.А. Свешников, Сборник задач по теории вероятностей, математической статистике и теории случайных функций. М.: Наука, 1970.
2. Ю.А. Розанов, Теория вероятностей, случайные процессы и математическая статистика. М.: Наука, 1985.
3. Б.А. Севастьянов, Курс теории вероятностей и математической статистики. М.: Наука, 1982.
4. А.Н. Ширяев, Вероятность. М.: Наука, 1980.
5. В. Феллер, Введение в теорию вероятностей и ее приложения. М.: Мир, 1984.
6. Сборник задач по теории вероятностей, математической статистике и теории случайных функций/ Под ред. А.А. Свешникова. М.: Наука, 1970.
7. А.В. Кузнецов, А.С. Овчинников, Теория вероятностей. Методическое руководство по изучению курса и решению задач для студентов 2 курса физического факультета. Екатеринбург. Изд-во Уральского университета, 2005.
8. Н.Н. Амосова, Б.А. Куклин, С.Б. Макарова и др. Вероятностные разделы математики. С.-Петербург, 2001.

9.2. Методические разработки

1. А.В. Кузнецов, А.С. Овчинников, Теория вероятностей. Методическое руководство по изучению курса и решению задач для студентов 2 курса физического факультета. Екатеринбург. Изд-во Уральского университета, 2005

9.3. Программное обеспечение

не используются

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. [Электронные каталоги ЗНБ на http://opac.urfu.ru](http://opac.urfu.ru)

2. Электронные ресурсы образовательного портала edu.ru.
3. Электронная библиотека УрФУ oras.urfu.ru
4. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ study.urfu.ru
5. [Wolfram Alpha – http://alpha.wolfram.com](http://alpha.wolfram.com)

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.

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 (3)	IV, 2,4,8	30
Мини-контрольные работы по теме лекции	IV, 2,4,8	70
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – Зачет		
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
Посещение занятий (9)	IV, 1-17	9
Участие в работе на практическом занятии (9)	IV, 1-17	18
Контрольная работа №1	IV, 6	26
Контрольная работа №2	IV, 16	26
Домашние работы	IV, 1-16	21
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 IV	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 проводится

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

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

1. Решение задач на вычисление классических и геометрических вероятностей. Решение задач по алгебре вероятностей с использованием комбинаторики.
2. Оценки вероятностей с помощью предельных теорем. Построение доверительных интервалов. Проверка статистических гипотез.

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

1. Классическое определение вероятности. Геометрическая вероятность. Свойства вероятности.
2. Комбинаторный принцип умножения. Соединения. Размещения. Перестановки с повторениями.
3. Аксиоматическое определение вероятности. Вероятностное пространство.
4. Сложение вероятностей (а) попарно независимых событий (б) любых двух событий.
5. Условная вероятность.
6. Взаимно независимые события. Сложение вероятностей для n независимых событий.
7. Формула полной вероятности и формула Байеса.
8. Схема Бернулли. Биномиальная вероятность.
9. Теорема Пуассона для предела биномиальной вероятности.
10. Функция Лапласа, ее производная. Локальная и интегральная формулы Муавра-Лапласа для биномиальных вероятностей их суммы.
11. Дискретная случайная величина. Формы задания закона распределения дискретной случайной величины.
12. Непрерывная случайная величина. Связь функции распределения с ее плотностью. Свойства плотности вероятности.
13. Законы распределения: биномиальный, Пуассона, нормальный.
14. Математическое ожидание и дисперсия случайной величины. Медиана и мода. Начальные и центрированные моменты случайной величины.
15. Первое и второе неравенство Чебышева.
16. Теоремы Чебышева и Бернулли.
17. Центральная предельная теорема для случая одинаково распределенных слагаемых.
18. Классификация марковских цепей.
19. Критерий возвратности состояний.
20. Распределение Стьюдента и хи-квадрат.
21. Случайные блуждания на решетке.
22. Критерий согласия Пирсона (хи-квадрат).
23. Доверительный интервал для среднего нормально распределенной величины.

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
МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Прикладная математика для физиков	Код модуля 1108341
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: 07.08.2014г. № 937

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Волегов А.С.	к.ф.-м.н.	доцент	магнетизма и магнитных наноматериалов	
2	Степанова Е.А.	к.ф.-м.н., доцент	доцент	магнетизма и магнитных наноматериалов	

Руководитель модуля

Е.А. Степанова

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

3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ Методы обработки результатов измерений

1.3. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина входит в модуль вариативной части «Статистика для физиков». Именно с нее данный модуль начинается и служит основой для применения полученных сведений при выполнении лабораторных работ по физике, поскольку более полные сведения по «Теории вероятностей и математической статистике» студенты получают только во 2-ом семестре. Дисциплина «Методы обработки результатов измерений» знакомит студентов первого курса с алгоритмом обработки измерений различного вида (прямые и косвенные), дает представление о способах проверки результатов измерений на промах, о возможностях интерполяции результатов и их графического представления.

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;

ОПК5 - способность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией;

ПК5 - способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований;

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

ДОПК2 - способность использовать методы стандартизации и сертификации.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: методы обработки и интерпретации результатов физического эксперимента

Уметь: использовать возможности современных методов физических исследований для решения физических задач; самостоятельно обрабатывать и представлять результаты научно-исследовательских работ по утвержденным формам.

Демонстрировать навыки и опыт деятельности: по расчету математического ожидания, дисперсии и среднего квадратического отклонения своих результатов, по расчету точностных оценок своих результатов.

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.)	1
1.	Аудиторные занятия	34	34	34
2.	Лекции	17	17	17
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы			
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	34	5,10	34
6.	Промежуточная аттестация	3,4	0,25	3,4
7.	Общий объем по учебному плану, час.	72	39,35	72

8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	2	2
----	-------------------------------------	---	---

9. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Введение	Основные положения дисциплины. Основные требования к измерениям.
P2	Физические величины. Единицы измерения физических величин	Классификации физических величин. Международная система единиц СИ. Правила написания единиц измерения.
P3	Классификация измерений	Основное уравнение измерений. Классификация измерений: прямые, косвенные, совокупные и совместные; однократные и многократные; метрологические и рутинные.
P4	Погрешности результатов измерений	Причины возникновения погрешностей. Классификация измерений. Систематические погрешности. Классы точности средств измерений. Случайные погрешности. Законы распределения случайных величин. Грубые погрешности. Методы выявления грубых погрешностей.
P5	Правила обработки результатов измерений.	Правила обработки результатов прямых измерений. Правила обработки результатов при косвенных измерениях.
P6	Построение графиков и получение математических зависимостей.	Правила построения графиков. Метод наименьших квадратов. Примеры использования компьютерных программ для построения графиков.
P7	Основы обеспечения единства измерений в Российской Федерации	Требования к средствам измерения. Эталоны основных физических величин.
P8	Неопределенность результата измерений	Неопределенность типа А и В. Расширенная неопределенность. Коэффициент охвата.

10. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

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

Очная форма обучения

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.)
P2	1	Единицы физических величин системы СИ	1
P3	2	Виды измерений	2
P4	3	Классы точности средств измерений	2
P4	4	Распределения случайных величин	2
P4	5	Грубые погрешности. Методы их определения	2
P5	6	Обработка результатов прямых измерений	2
P5	7	Обработка результатов косвенных измерений	2
P5	8	Цензурирование выборки	2
P6	9	Построение графиков. Аппроксимация и интерполяция полученных результатов	2
Всего:			17

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.7. Примерный перечень тем домашних работ

Расчет погрешностей результатов косвенных измерений (частные производные уравнений связи).

4.3.8. Примерный перечень тем графических работ

не предусмотрено

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

не предусмотрено

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

не предусмотрено

4.3.12. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

не предусмотрено

4.3.13. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Построение графиков и получение математических зависимостей, аппроксимация полученных зависимостей по методу наименьших отклонений и методом наименьших квадратов

4.3.14. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

не предусмотрено

4.3.15. Примерная тематика контрольных работ

Контрольная работа. Темы:

- Классификация погрешностей.
- Классы точности средств измерений.
- Расчет погрешности измерений

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-P8				*								

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

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ не предусмотрены

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. Кузнецов В.А., Ялунина Г.В. Основы метрологии. – М.: Изд-во Стандартов. 2001.
2. РМГ 29-99 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения.
3. ГОСТ 8.417-2002 ГСИ. Единицы величин. – М.: Стандартинформ- 2002.
4. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника. /п/р Кима К.К. – С-Пб.: Питер, 2011.
5. ГОСТ Р 8.736-2011 ГСИ. Методы обработки прямых многократных измерений. М.: Стандартинформ, 2011.

9.1.2.Дополнительная литература

1. Метрология. Учебное пособие п/р А.А. Дегтярева – М.: Ак.проект, 2006. – 256 с.
2. Метрология. Учебник п/р С.А. Зайцева. – М.:ФОРУМ, 2009. -464 с.
3. Метрология, стандартизация и сертификация. Уч-к для вузов. /Я.М. Радкевич, А.Г.Схиртладзе, Б.И. Лактионов. – М.: Высшая школа, 2010. – 791 с.

9.2.Методические разработки

Основы обработки результатов измерений : учеб. пособие / Е. А. Степанова, Н.А Скулкина, А.С.Вологов. – Екатеринбург : Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – 2014. – 117 с.

9.3.Программное обеспечение

Microsoft Office

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Электронные ресурсы образовательного портала edu.ru.
 Электронная библиотека УрФУ opac.urfu.ru
 Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ study.urfu.ru

9.5.Электронные образовательные ресурсы

Не используются

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Аудитории, оборудованные компьютерами с выходом в Интернет, доской и 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 – 0,5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение занятий	1, 1-17 нед.	35
Мини-опросы по темам лекций	1, 1-17 нед.	30
Контрольная работа	1, 8 нед.	35
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,5		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачёт		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение занятий</i>	1, 1-17	30
<i>Академическая активность</i>	1, 1-18 нед.	10
<i>Домашняя работа</i>	1, 17 нед.	30
<i>Расчетно-графическая работа</i>	1, 12 нед.	30
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим занятиям – не предусмотрена		
3. Лабораторные занятия: не предусмотрено		

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 1	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
не предусмотрено

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий
не предусмотрено

8.3.3. Примерные контрольные кейсы
не предусмотрено

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Основные требования к измерениям.
2. Классификации физических величин.
3. Международная система единиц СИ. Правила написания единиц измерения. Основное уравнение измерений.
4. Классификация измерений: прямые, косвенные, совокупные и совместные; однократные и многократные; метрологические и рутинные.
5. Причины возникновения погрешностей. Классификация измерений.
6. Систематические погрешности.
7. Классы точности средств измерений.
8. Случайные погрешности.
9. Законы распределения случайных величин.
10. Грубые погрешности. Методы выявления грубых погрешностей.
11. Правила обработки результатов прямых измерений.
12. Правила обработки результатов косвенных измерений.
13. Правила построения графиков. Метод наименьших квадратов.

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

8.3.9. Перечень примерных вопросов для коллоквиума
не предусмотрено