

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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
“ ” \_\_\_\_\_ 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ  
ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА ДЛЯ АСТРОНОМОВ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА ДЛЯ АСТРОНОМОВ	<b>Код модуля</b> 1131639
<b>Образовательная программа</b> АСТРОНОМИЯ	<b>Код ОП</b> 03.05.01/01.02
<b>Траектория образовательной программы (ТОП)</b>	
<b>Направление подготовки</b> АСТРОНОМИЯ	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 03.05.01
<b>Уровень подготовки</b> СПЕЦИАЛИТЕТ	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> 17.08.2015, № приказа 852

Екатеринбург, 2016

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Бострем Ирина Геннадьевна	Кандидат физико-математических наук, доцент	Доцент	Кафедра теоретической физики	

**Руководитель модуля**

И.Г. Бострем

**Рекомендовано учебно-методическим советом института естественных наук**

Председатель учебно-методического совета  
Протокол № 46 от 26 апреля 2016 г.

Е.С. Буянова

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

**Руководитель образовательной программы (ОП), для которой реализуется модуль**

Э.Д. Кузнецов

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА ДЛЯ АСТРОНОМОВ

## 1.1. Объем модуля, з.е. – 10 з.е.

## 1.2. Аннотация содержания модуля

В модуль входят дисциплины «Векторный и тензорный анализ», «Дифференциальные уравнения», «Теория вероятностей и математическая статистика» и «Математическая обработка результатов измерений».

Задачами модуля является изучение дополнительных глав математики, некоторых разделов дискретной математики, тензорного и векторного анализа. Особое внимание уделяется теории случайных величин и их числовых характеристик, рассмотрению основных разделов теории вероятности, включая алгебру событий, алгебру вероятностей, предельные теоремы, теорию цепей Маркова. Курс «Дифференциальные уравнения» знакомит студентов с общими методами исследования и решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача курса – привить студентам навыки решения основных типов обыкновенных дифференциальных уравнений, а именно линейных дифференциальных уравнений первого порядка и их систем, линейных дифференциальных уравнений второго порядка.

## 2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Наименования дисциплин		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	17	4, зачет	72	2
2	(ВВ) Теория вероятности и математическая статистика	2	17	17		34	34	4, зачет	72	2
3	(ВВ) Методы обработки результатов измерений	1	17	17		34	34	4, зачет	72	2
4	(ВВ) Дифференциальные уравнения	3	34	34		68	58	18, экзамен	144	4
<b>Всего на освоение модуля</b>			<b>102</b>	<b>85</b>		<b>187</b>	<b>143</b>	<b>30</b>	<b>360</b>	<b>10</b>

### 3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	1. Методы обработки результатов измерений; 2. Теория вероятностей и математическая статистика; 3. Дифференциальные уравнения; 4. Векторный и тензорный анализ
3.2.	Кореквизиты	

### 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

#### 4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

Коды ОП, для которых реализуется модуль	Планируемые в ОХОП результаты обучения - РО, которые формируются при освоении модуля	Компетенции в соответствии с ФГОС ВО, а также дополнительные из ОХОП, формируемые при освоении модуля
03.05.01/01.02	РО-О4: Анализировать цели и пути их достижения, а также последствия своей профессиональной деятельности	ОПК-6 — способность решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и прямого общения через информационно-телекоммуникационную сеть "Интернет" с учетом основных требований информационной безопасности; ПК-12 — владение методами физического и математического моделирования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин, теории наблюдений и эксперимента с использованием электронных средств получения, хранения и обработки информации.
	РО-В-2: Приобретать и использовать новые знания и умения	ОПК-2 — способность и готовность самостоятельно приобретать с помощью информационных и наблюдательных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний.

#### 4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля		ОПК-2	ОПК-6	ПК-12
1	(ВВ) Векторный и тензорный анализ	*	*	*
2	(ВВ) Теория вероятности и математическая статистика	*	*	*
3	(ВВ) Методы обработки результатов измерений			*
4	(ВВ) Дифференциальные уравнения	*	*	*

### 5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

Не предусмотрена

## 6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ

<b>Номер листа изменений</b>	<b>Номер протокола заседания проектной группы модуля</b>	<b>Дата заседания проектной группы модуля</b>	<b>Всего листов в документе</b>	<b>Подпись руководителя проектной группы модуля</b>

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**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА ДЛЯ АСТРОНОМОВ	<b>Код модуля</b> 1131639
<b>Образовательная программа</b> АСТРОНОМИЯ	<b>Код ОП</b> 03.05.01/01.02
<b>Направление подготовки</b> АСТРОНОМИЯ	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 03.05.01
<b>Уровень подготовки</b> СПЕЦИАЛИТЕТ	
<b>ФГОС</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> 17.08.2015, № приказа 852

Екатеринбург, 2016

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

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

**Руководитель модуля**

И.Г. Бострем

**Рекомендовано учебно-методическим советом института естественных наук**

Председатель учебно-методического совета  
Протокол № 46 от 26.04.2016 г.

Е.С. Буянова

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:

- способность и готовность самостоятельно приобретать с помощью информационных и наблюдательных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний (ОПК-2);
- способность решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и прямого общения через информационно-телекоммуникационную сеть "Интернет" с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-6);
- владение методами физического и математического моделирования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин, теории наблюдений и эксперимента с использованием электронных средств получения, хранения и обработки информации (ПК-12).

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):

- постановки и решения типовых задач векторного и тензорного анализа, использовать приобретенные знания в различных областях физики.

## 1.4. Объем дисциплины

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



## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Введение	Инвариантность физических законов при пространственно-временных преобразованиях и аппарат тензорного исчисления.
P2	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.
P3	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.
P4	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



## 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	Основы векторной алгебры. Решение векторных уравнений.	2
P2	2	Свойства матрицы ортогональных преобразований. Преобразование тензора при поворотах и отражениях.	2
P2	3	Приведение тензора к главным осям. Значение тензора в заданном направлении. Характеристическая поверхность	2
P2	4	Операции тензорной алгебры. Единичный антисимметричный тензор третьего ранга и его свойства	2
P3	5	Симметрия кристаллов. Операции симметрии кристаллов. Понятие группы.	2
P3	6	Принцип Неймана. Определение вида тензоров разных рангов для кристаллов. Принцип Кюри	2
P4	7, 8	Операции дифференцирования и интегрирования тензорных полей.	5
<b>Всего</b>			<b>17</b>

### 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

#### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

- 1 Домашняя работа № 1. Решение векторных уравнений
- 2 Домашняя работа № 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

Не предусмотрено

#### 4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено

## 5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ 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-P4	*	*		*	*			*			*	

## 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 Батыгин, В. В. 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. — <URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_cid=25&p11\\_id=544](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=544)>.
- 2 Акивис, М. А. Тензорное исчисление / М.А. Акивис ; В.В. Гольдберг .— 3-е изд., перераб. — Москва : Физматлит, 2005 .— 305 с. — <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67297>>
- 3 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.— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232488>>.
- 4 Переломова, Н. В. Кристаллофизика. Сборник задач с решениями : / Переломова Н.В., Тагиева М.М. — Москва : МИСИС, 2013 .— <URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=47467](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=47467)>.

#### 9.1.2. Дополнительная литература

- 1 Най, Дж. Ф. Физические свойства кристаллов и их описание при помощи тензоров и матриц / Дж. Ф. Най ; пер. с англ. Л. А. Шувалова .— 2-е изд. — М. : Мир, 1967 .— 385 с. — 7 экз.

#### 9.1.3. Методические разработки

Не используются

## **9.2. Программное обеспечение**

Не используется

## **9.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

- 1 Электронные ресурсы образовательного портала edu.ru.
- 2 Электронная библиотека УрФУ oрас.urfu.ru
- 3 Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ study.urfu.ru

## **9.4. Электронные образовательные ресурсы**

Не используются

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

### **Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

Аудитории для проведения лекционных и практических занятий.

В распоряжении имеется:

- 1 Демонстрационное оборудование и мультимедийный проектор для сопровождения лекций. (ауд. 402 и ауд.430 ул. Куйбышева 48)
- 2 Компьютерные классы (ИВЦ ул. Куйбышева 48).

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

### 6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины –

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

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	IV, 1-17 недели	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5</b>		
Промежуточная аттестация по лекциям – <i>зачет</i>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение занятий	IV, 1-17 недели	50
Выполнение домашних работ (2)	IV, 1-17 недели	50
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.0</b>		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – <i>нет</i>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0.0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: не предусмотрено</b>		

### 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 4	1.0

## **7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fero.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 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 Инвариантность физических законов при пространственно-временных преобразованиях.
- 2 Свойства матрицы ортогонального преобразования координат.
- 3 Тензор.
- 4 Операции тензорной алгебры.
- 5 Инвариантные единичные тензоры второго и третьего рангов.
- 6 Инварианты тензора второго ранга.
- 7 Главные оси тензора.
- 8 Тензор в произвольном базисе.
- 9 Контра- и ковариантные координаты тензора.
- 10 Метрический тензор.
- 11 Спиноры.
- 12 Примеры использования тензорной (спинорной) алгебры в физике.
- 13 Полевые и материальные тензоры при описании физических явлений.
- 14 Симметрия кристаллов.
- 15 Принципы Неймана и Кюри.
- 16 Примеры использования тензорного исчисления в кристаллофизике.
- 17 Тензорная функция скалярного аргумента.
- 18 Тензорное поле.
- 19 Дифференцирование тензорного поля.
- 20 Ковариантное дифференцирование.
- 21 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**  
**ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА ДЛЯ АСТРОНОМОВ	<b>Код модуля</b> 1131639
<b>Образовательная программа</b> АСТРОНОМИЯ	<b>Код ОП</b> 03.05.01/01.02
<b>Направление подготовки</b> АСТРОНОМИЯ	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 03.05.01
<b>Уровень подготовки</b> СПЕЦИАЛИТЕТ	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> 17.08.2015, № приказа 852

Екатеринбург, 2016

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Бострем Ирина Геннадьевна	к.ф.-м.н.	доцент	Кафедра теоретической физики	

**Руководитель модуля**

И.Г. Бострем

**Рекомендовано учебно-методическим советом института естественных наук**

Председатель учебно-методического совета  
Протокол № 46 от 26.04.2016 г.

Е.С. Буянова

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ

## 1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Дифференциальные уравнения» изучается после получения студентами знаний по математическому анализу, аналитической геометрии и линейной алгебры и завершает базовое математическое образование студентов направления «Астрономия».

## 1.2. Язык реализации программы - русский

## 1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

- владение методами физического и математического моделирования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин, теории наблюдений и эксперимента с использованием электронных средств получения, хранения и обработки информации (ПК-12);
- способность решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и прямого общения через информационно-телекоммуникационную сеть "Интернет" с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-6);
- способность и готовность самостоятельно приобретать с помощью информационных и наблюдательных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний (ОПК-2).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основы теории дифференциальных уравнений.

Уметь:

- решать основные интегрируемые типы дифференциальных уравнений.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- навыками использования математического аппарата для решения физических задач.

## 1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	
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

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
		<p>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 <math>n</math>-го порядка. Метод неопределенных коэффициентов.</p>
Р7	ЛДУ $n$ -го порядка с переменными коэффициентами	<p>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 <math>n = 0, 1</math>. 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.</p>
Р8	ДУ в частных производных первого порядка	<p>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.</p>

### 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

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



## 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	2
P2	7	Метод введения параметра	2
P2	8	Уравнения Лагранжа и Клеро	2
P2	9	Методы понижения порядка	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.	2
P6	16	Неоднородные системы ЛДУ 1 порядка. Метод вариации постоянных	4
<b>Всего</b>			<b>34</b>

### 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

#### 4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

- 1 Контрольная работа №1: ОДУ 1 порядка, разрешенные относительно производной. ОДУ 1 порядка, не разрешенные относительно производной.
- 2 Контрольная работа №2: ЛДУ n-го порядка с постоянными коэффициентами. Системы ЛДУ 1 порядка с постоянными коэффициентами.

#### 4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено

### 5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ 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 Демидович, Б. П. Дифференциальные уравнения [Текст] : .— Москва : Лань, 2008 .— 288 с. — (Классическая учебная литература по математике) .— <URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_cid=25&p11\\_id=126](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=126)>.
- 2 Бибиков, Ю. Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. Н. Бибиков .— Москва : Лань, 2011 .— 304 с.— <URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_cid=25&p11\\_id=1542](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=1542)>.

- 3 Шолохович, Ф. А. Лекции по дифференциальным уравнениям (университетский курс) : учеб. пособие для вузов / Ф. А. Шолохович .— Екатеринбург : Урал. изд-во, 2005 .— 232 с. — 420 экз.
- 4 Эльсгольц, Л. Э. Обыкновенные дифференциальные уравнения : Учеб. для вузов / Л. Э. Эльсгольц ; Оформ. С. Шапиро, А. Лапшина .— СПб. : Лань, 2002 .— 224 с. — 27 экз.
- 5 Филиппов, А. Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям / А. Ф. Филиппов ; НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика" .— Москва ; Ижевск : R&C Dynamics : РХД, 2000 .— 176 с. — 104 экз.
- 6 Тихонов, А. Н. Дифференциальные уравнения : Учебник для вузов / А. Н. Тихонов, А. Б. Васильева, А. Г. Свешников .— М. : Наука : ФИЗМАТЛИТ, 1980 .— 230 с. — 97 экз.

### **9.1.2. Дополнительная литература**

- 1 Зайцев, В.Ф. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям .— Москва : Физматлит, 2001 .— 576 с. —  
<URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_cid=25&p11\\_id=2368](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=2368)>.

### **9.1.3. Методические разработки**

Не используются

## **9.2. Программное обеспечение**

Не используется

## **9.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

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

## **9.4. Электронные образовательные ресурсы**

Не используются

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

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

Аудитории для проведения лекционных и практических занятий.

В распоряжении имеется:

- 1 Демонстрационное оборудование и мультимедийный проектор для сопровождения лекций. (ауд. 402 и ауд.430 ул. Куйбышева 48)
- 2 Компьютерные классы, приспособленные для тестирования в режиме on-line. (ИВЦ ул. Куйбышева 48).

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

### 6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины –

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

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.6</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Посещение лекций	III, 1-17 недели	30
Контрольная работа №1	III, 9 неделя	35
Контрольная работа №2	III, 18 неделя	35
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.4</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Посещение занятий	III, 1-17 недели	10
Участие в работе на занятии	III, 1-17 недели	10
Домашняя работа №1	III, 6 неделя	40
Домашняя работа №2	III, 14 неделя	40
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0.0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: не предусмотрено</b>		

### 6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Не предусмотрено

### 6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
Семестр 3	1.0

## **7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

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

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

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

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

## 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 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**

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**  
**МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА ДЛЯ АСТРОНОМОВ	<b>Код модуля</b> 1131639
<b>Образовательная программа</b> АСТРОНОМИЯ	<b>Код ОП</b> 03.05.01/01.02
<b>Направление подготовки</b> АСТРОНОМИЯ	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 03.05.01
<b>Уровень подготовки</b> СПЕЦИАЛИТЕТ	
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> 17.08.2015, № приказа 852

Екатеринбург, 2016

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Волегов Алексей Сергеевич	к.ф.-м.н.	Доцент	Кафедра магнетизма и магнитных наноматериалов	
	Степанова Елена Александровна	к.ф.-м.н., доцент	Доцент	Кафедра магнетизма и магнитных наноматериалов	

**Руководитель модуля**

**И.Г. Бострем**

**Рекомендовано учебно-методическим советом института естественных наук**

Председатель учебно-методического совета  
Протокол № 46 от 26.04.2016 г.

Е.С. Буянова

Согласовано:

Дирекция образовательных программ



# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

## 1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Методы обработки результатов измерений» читается в первом семестре обучения студентов. Она закладывает необходимую базу для проведения эффективной обработки результатов измерений, которые студенты получают при выполнении лабораторных работ по Физическому практикуму и в дальнейшей практической деятельности. Поскольку при обработке результатов измерений широко используются основы теории вероятности и математической статистики, дисциплина «Методы обработки результатов измерений» позволяет студентам на практике применить полученные ранее знания в данной области, и, кроме этого, дает возможность составить у студентов определенное представление о современных требованиях к обработке результатов своих измерений.

## 1.2. Язык реализации программы - русский

## 1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

- владение методами физического и математического моделирования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин, теории наблюдений и эксперимента с использованием электронных средств получения, хранения и обработки информации (ПК-12).

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

№ 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	4	0.25	4, 3
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	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.

## 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

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

Объем модуля (зач.ед.):10  
Объем дисциплины (зач.ед.):2

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																							
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)		Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)				Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)						Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)		Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)								
			Лекции	Практические занятия		Лабораторные работы	Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конфер., коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю
P1	Введение	2	1	1		1	1	1																					
P2	Физические величины. Единицы измерения физических величин	5	3	2	1	2	2	1	1																				
P3	Классификация измерений	6	4	2	2	2	2	1	1																				
P4	Погрешности результатов измерений	18	13	5	8	5	3	1	2												2		1						
P5	Правила обработки результатов измерений.	24	6	3	3	18	2	1	1		16	1				1													
P6	Построение графиков и получение математических зависимостей.	9	5	2	3	4	2	1	1												2		1						
P7	Основы обеспечения единства измерений в Российской Федерации	2	1	1		1	1	1																					
P8	Неопределенность результата измерений	2	1	1		1	1	1																					
Всего (час), без учета промежуточной аттестации:		68	34	17	17	34	14	8	6		16	2				14					4		2	2					
<b>Всего по дисциплине (час.):</b>		<b>72</b>	<b>34</b>			<b>38</b>	В т.ч. промежуточная аттестация													<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>						

## 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	4
P4	4	Распределения случайных величин	4
P5	5	Обработка результатов прямых измерений	1
P5	6	Обработка результатов косвенных измерений	1
P5	7	Цензурирование выборки	1
P6	8	Построение графиков .Аппроксимация и интерполяция полученных результатов	2
P6	9	Метод наименьших квадратов	1
<b>Всего</b>			<b>17</b>

### 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

#### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

- 1 Расчет погрешностей результатов косвенных измерений (частные производные уравнений связи)

#### 4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено

#### 4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено

#### 4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено

#### 4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено

#### 4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

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

#### 4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено

#### 4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

- 1 Правила построения графиков и их аппроксимация (МНК, метод наименьших отклонений)

#### 4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

- 1 Классификация погрешностей.
- 2 Формы представления погрешностей
- 3 Классы точности средств измерений
- 4 Расчет погрешностей прямых измерений.
- 5 Погрешность косвенных измерений
- 6 Суммирование погрешностей

### 5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ 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 Крылова, Г. Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии : учебник / Г.Д. Крылова .— 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Юнити-Дана, 2015 .— 671 с.— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=114433>>.
- 2 Основы стандартизации, метрологии и сертификации / Ю.П. Зубков .— Москва : Юнити-Дана, 2015 .— 447 с. —<URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117687>>.
- 3 Цветков, Э. И. Основы математической метрологии / Э.И. Цветков .— Санкт-Петербург : Политехника, 2011 .— 515 с. — <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=129574>>.
- 4 РМГ 29-99 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения. – Режим доступа : [https://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/norma/250112/](https://ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/250112/)
- 5 ГОСТ 8.417-2002 ГСИ. Единицы величин. – М.: Стандартиформ- 2002. – Режим доступа : [www.leotec.ru/upload/iblock/432/432b148f277da39bdd5df10e1cd52d2d.pdf](http://www.leotec.ru/upload/iblock/432/432b148f277da39bdd5df10e1cd52d2d.pdf)

- 6 Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника : учеб. пособие для вузов / К. К. Ким [и др.] ; под ред. К. К. Кима .— СПб. [и др.] : Питер, 2006 .— 368 с. — 20 экз.
- 7 ГОСТ Р 8.736-2011 ГСИ. Методы обработки прямых многократных измерений. М.: Стандартинформ, 2011. – Режим доступа : <http://www.novsu.ru/file/1183612>

### **9.1.2. Дополнительная литература**

- 1 Метрология : учеб. пособие для вузов / А. А. Дегтярев [и др.] .— М. : Академический Проект, 2006 .— 256 с. — 5 экз.
- 2 Метрология : учебник / под общ. ред. С. А. Зайцева .— М. : ФОРУМ, 2009 .— 461 с. — 20 экз.
- 3 Радкевич, Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе, Б. И. Лактионов .— Изд. 4-е, стер. — М. : Высшая школа, 2010 .— 790 с. — 20 экз.

### **9.1.3. Методические разработки**

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

## **9.2. Программное обеспечение**

Microsoft Office

## **9.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

- 1 Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>

## **9.4. 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 –

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

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Посещение занятий	I, 1-17 недели	10
Мини-опросы по темам лекций	I, 1-17 недели	20
Академическая активность	I, 1-17 неделя	10
Коллоквиум	I, 8 неделя	30
Контрольная работа №1	I, 8 неделя	30
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – <i>зачет</i></b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Посещение занятий	I, 1-17 недели	30
Академическая активность	I, 1-17 недели	10
Домашняя работа	I, 17 неделя	30
Расчетно-графическая работа	I, 12 неделя	30
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – <i>нет</i></b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0.0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: не предусмотрено</b>		

### 6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Не предусмотрено

### 6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
Семестр 1	<b>1.0</b>

## **7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fero.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 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

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**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Модуль</b> ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА ДЛЯ АСТРОНОМОВ	<b>Код модуля</b> 1131639
<b>Образовательная программа</b> АСТРОНОМИЯ	<b>Код ОП</b> 03.05.01/01.02
<b>Направление подготовки</b> АСТРОНОМИЯ	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 03.05.01
<b>Уровень подготовки</b> СПЕЦИАЛИТЕТ	
<b>ФГОС</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> 17.08.2015, № приказа 852

Екатеринбург, 2016

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Овчинников Александр Сергеевич	д.ф.-м.н.	доцент	Кафедра теоретической физики	

**Руководитель модуля**

И.Г. Бострем

**Рекомендовано учебно-методическим советом института естественных наук**

Председатель учебно-методического совета  
Протокол № 46 от 26.04.2016 г.

Е.С. Буянова

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА

## 1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина изучается после получения студентами базовых знаний по математическому анализу, аналитической геометрии. Дисциплина является предшествующей для специальных дисциплин, связанных с измерениями.

## 1.2. Язык реализации программы - русский

## 1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

- способность и готовность самостоятельно приобретать с помощью информационных и наблюдательных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний (ОПК-2);
- способность решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и прямого общения через информационно-телекоммуникационную сеть "Интернет" с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-6);
- владение методами физического и математического моделирования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин, теории наблюдений и эксперимента с использованием электронных средств получения, хранения и обработки информации (ПК-12).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основы теории дифференциальных уравнений.

Уметь:

- использовать математический аппарат для освоения теоретических основ и практического использования физических методов, разрабатывать стратегию научных исследований.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- навыками использования математического аппарата для решения физических задач.

## 1.4. Объем дисциплины

№ 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	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	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 Маркова	Классификация марковских цепей. Критерий возвратности состояний. Случайные блуждания на решетке.
P6	Выборка и характеристики ее распределения	Генеральная совокупность. Вариационный и статистический ряд. Эмпирическая функция распределения. Числовые характеристики рассеяния. Асимметрия. Эксцесс. Гистограмма.
P7	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



## 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	Правило сложения вероятностей	2
P2	3	Теорема умножения вероятностей	2
P2	4	Схема Бернулли, формула Пуассона, формулы Муавра-Лапласа	2
P1-P2	5	Контрольная работа №1	1
P3	6	Дискретные случайные величины. Непрерывные случайные величины	2
P4	7	Первое и второе неравенства Чебышева. Теорема Чебышева. Теорема Бернулли. Центральная предельная теорема.	2
P7	8	Доверительный интервал. Критерий значимости и статистика критерия. Критерий хи-квадрат.	3
P7	9	Контрольная работа	1
<b>Всего</b>			<b>17</b>

### 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 Контрольная работа №1: Алгебра событий. Комбинаторика.
- 2 Контрольная работа №2: Доверительный интервал. Критерии значимости.

#### 4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено

### 5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ 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 А. А. Математическая статистика [Текст] : учеб. / А. А. Боровков .— Москва : Лань, 2010 .— 704 с.—  
<URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_cid=25&p11\\_id=3810](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=3810)>.
- 2 Боровков, А. А. Теория вероятностей : [учебное пособие для математических и физических специальностей вузов] / А. А. Боровков .— Москва : Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1976 .— 352 с. — 37 экз.

- 3 Свешников, А. А. Прикладные методы теории вероятностей [Текст] : учеб. / А. А. Свешников; под ред. О. И. Зайца .— Москва : Лань, 2012 .— 480 с.—  
[URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_cid=25&p11\\_id=3184](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=3184)>.
- 4 Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика : / А. И. Кобзарь .— Москва : Физматлит, 2012 .— 816 с.— <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\_id=59747>.
- 5 Зубков, А. М. Сборник задач по теории вероятностей : учеб. пособие / А. М. Зубков, Б. А. Севастьянов, В. П. Чистяков .— Москва : Лань, 2009 .— 317 с.—  
 <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\_cid=25&p11\_id=154>.

### **9.1.2. Дополнительная литература**

- 1 Гнеденко, Б. В. Курс теории вероятностей : Учебник для вузов / Б. В. Гнеденко .— 6-е изд., перераб. и доп. — М. : Наука : ФИЗМАТЛИТ, 1988 .— 448 с. — 108 экз.
- 2 Семенчин, Е. А. Теория вероятностей в примерах и задачах : [учеб. пособие для вузов] / Е. А. Семенчин .— СПб. [и др.] : Лань, 2007 .— 351 с. — 20 экз.
- 3 Чистяков, В. П. Курс теории вероятностей / В. П. Чистяков .— Москва : Наука, 1978 .— 252, с. — 43 экз.
- 4 Сборник задач по теории вероятностей, математической статистике и теории случайных функций : учеб. пособие / [Б. Г. Володин, М. П. Ганин, И. Я. Динер и др.] ; под общ. ред. А. А. Свешникова .— Изд. 3-е, перераб. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2007 .— 448 с.— 200 экз
- 5 Севастьянов, Б. А. Курс теории вероятностей и математической статистики : учебник для вузов / Б. А. Севастьянов .— М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1982 .— 255 с.— 31 экз.
- 6 Ширяев, А. Н. Вероятность-1 : Элементарная теория вероятностей. Математические основания. Предельные теоремы : учебник / А.Н. Ширяев .— Изд. 4-е, перераб. и доп. — Москва : МЦНМО, 2007 .— 552 с.—  
 <URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63256>.
- 7 Феллер, В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения / В. Феллер .— Изд. 2-е .— Москва : Мир, 1967 .— 496 с. —  
 <URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458324>.

### **9.1.3. 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.

## **9.2. Программное обеспечение**

Не используется

## **9.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

- 1 Электронные ресурсы образовательного портала edu.ru.
- 2 Электронная библиотека УрФУ oras.urfu.ru
- 3 Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ study.urfu.ru
- 4 Wolfram Alpha – <http://alpha.wolfram.com>

## **9.4. Электронные образовательные ресурсы**

Не используются

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

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

Аудитории для проведения лекционных и практических занятий.

В распоряжении имеется:

- 1 Демонстрационное оборудование и мультимедийный проектор для сопровождения лекций. (ауд. 402 и ауд.430 ул. Куйбышева 48)
- 2 Компьютерные классы, приспособленные для тестирования в режиме on-line. (ИВЦ ул. Куйбышева 48).

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

### 6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины –

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

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.6</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Посещение лекций	II, 1-17 недели	10
Контрольная работа №1	II, 5 неделя	45
Контрольная работа №2	II, 16 неделя	45
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.4</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
Посещение занятий	II, 1-17 недели	30
Выполнение домашних работ (7)	II, 1-17 недели	70
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0.0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: не предусмотрено</b>		

### 6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Не предусмотрено

### 6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
Семестр 2	<b>1.0</b>

## **7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fero.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 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 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