

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и компьютерных наук

Рабочая программа дисциплины

Тригонометрические и ортогональные ряды

Кафедра математического анализа

Образовательная программа
01.03.01 Математика

Профиль подготовки
Вещественный, комплексный и функциональный анализ

Уровень высшего образования
бакалавриат

Форма обучения
очная

-

Махачкала 2016

Рабочая программа дисциплины *Тригонометрические и ортогональные ряды* составлена в 2016 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки *01.03.01 Математика (уровень бакалавриата)* от 07.08.2014 № 943.

Разработчики:
кафедра математического анализа,
Хаиров А.Р., к.ф.-м.н., доцент

Программа ГИА одобрена:

на заседании кафедры математического анализа от 20 мая 2016 г., протокол № 9.
Зав. кафедрой А.Рамазанов Рамазанов А.-Р.К.

на заседании Методической комиссии факультета математики и компьютерных наук от 24 мая 2016 г., протокол № 9.
Председатель Меджидов Меджидов З.Г.

Программа ГИА согласована с учебно-методическим управлением
« 50 » 196 _____ 2016 г. А.Р. Хаиров

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина *Тригонометрические и ортогональные ряды* входит в вариативную часть образовательной программы бакалавриата по направлению 01.03.01 Математика.

Дисциплина реализуется на факультете *математики и компьютерных наук* кафедрой *математического анализа*.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных со свойствами ортогональных систем функций и вопросами сходимости рядов по различным ортогональным системам функций.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:
*обще*профессиональных – ОПК-1;
*про*фессиональных – ПК-5, ПК- 6.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: свойства общих ортогональных систем функций и классических ортогональных многочленов; определения ортогонального ряда, частичных сумм, ряда Фурье; основные свойства коэффициентов Фурье;

уметь: применять признаки различных видов сходимости тригонометрических рядов, рядов по системам Хаара, Уолша и других ортогональных рядов;

владеть: методами теории рядов Фурье и элементарными методами теории общих ортогональных рядов для применения в математике и в области других естественнонаучных дисциплин.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические занятия, самостоятельная работа*.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение контроля успеваемости в форме *коллоквиума* и промежуточного контроля в форме *экзамена*.

Объем дисциплины 5 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Семес тр	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации	
	Все го	в том числе						
		Контактная работа обучающихся с преподавателем						
		из них						
Лекц ии	Лаборатор ные занятия	Практич еские занятия	КСР	консульт ации				
7	180	36		36			81	27, экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Приобретение знаний и умений по исследованию свойств тригонометрических и ортогональных рядов.

Владение методами теории ортогональных рядов для возможности применения в дальнейшей научно-исследовательской деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина *Тригонометрические и ортогональные ряды*

входит в вариативную часть образовательной программы по направлению *01.03.01*

Математика (Б1.В.ДВ.6.2).

К исходным требованиям для изучения дисциплины относятся знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин: математический анализ, комплексный анализ, функциональный анализ.

Дисциплина является основой для последующего изучения других дисциплин и прохождения практик.

Знания по данному курсу необходимы при работе над выпускной квалификационной работой и в дальнейшей научно-исследовательской работе по выбранному направлению.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОПК - 1	Обладать готовностью использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности	Знать основные свойства общих ортогональных рядов, тригонометрических рядов, рядов Фурье, коэффициентов Фурье, условия сходимости ортогональных рядов. Уметь: исследовать сходимость различных ортогональных рядов; анализировать соотношения между различными видами сходимости ортогональных рядов. Владеть основными методами теории ортогональных рядов.
ПК - 5	Обладать способностью использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных	Знать: определения основных понятий, свойства ортогональных систем функций и основные теоремы о сходимости ортогональных рядов. Уметь создавать математические и алгоритмические модели теоретических

	задач	и прикладных задач в форме некоторого ортогонального ряда. Владеть: методами моделирования в форме функциональных рядов теоретических и прикладных задач; классическими методами исследования сходимости ортогональных рядов.
ПК - 6	Обладать способностью передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженной в терминах предметной области изучавшегося явления	Знать основные понятия и формулировки основных теорем о свойствах ортогональных рядов и их сходимости. Уметь давать геометрическую или естественнонаучную интерпретацию ортогональных систем функций, ортогонального ряда. Владеть на достаточно высоком уровне теорией ортогональных рядов и ее приложениями в математике и прикладных вопросах.

4. Объем, структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

4.2. Структура дисциплины

Названия разделов и тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Аудиторные занятия, в том числе				Самостоят. работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			лекции	практ. занятия	лабор. работы	Контр. сам. раб.		
Модуль 1. Общие ортогональные системы и ряды								
<i>Всего по модулю 1</i>	7		8	8			20	коллоквиум
1. Системы независимых функций			2	2				
2. Общие ортогональные ряды			4	4				
3. Виды сходимости			2	2				
Модуль 2. Тригонометрические ряды								
<i>Всего по модулю 2</i>	7		10	10			16	коллоквиум
1. Тригонометрическая система функций			2	2				
2. Тригонометрические ряды Фурье			4	4				

3. Свойства коэффициентов Фурье			4	4				
Модуль 3. Полиномиальные операторы								
Всего по модулю 3	7		8	8			20	КОЛЛОКВИУМ
1. Средние Фейера			4	4				
2. Средние Валле-Пуссена			4	4				
Модуль 4. Классические ортогональные ряды								
Всего по модулю 4			10	10			16	КОЛЛОКВИУМ
1. Ряды по классическим ортогональным многочленам			6	6				
2. Понятие о рядах по системам Хаара, Уолша, Радемахера			4	4				
Модуль 5. Промежуточная аттестация								
Экзамен	7						9	36
ИТОГО за семестр	7		36	36			81	36

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

ЛЕКЦИИ

Модуль 1. Общие ортогональные системы и ряды

Тема 1. Системы независимых функций

Примеры систем независимых функций. Ортогонализация.

Полнота. Замкнутость. Базисность.

Тема 2. Общие ортогональные ряды

Ортогональные и биортогональные ряды.

Общие ряды Фурье. Коэффициенты Фурье.

Тема 3. Виды сходимости

Сходимость в среднем. Сходимость почти всюду.

Равномерная сходимость. Абсолютная сходимость.

Модуль 2. Тригонометрические ряды

Тема 1. Тригонометрическая система функций

Основные свойства тригонометрической системы.

Тема 2. Тригонометрические ряды Фурье

Свойства частичных сумм Фурье.

Интеграл Дирихле. Принцип локализации Римана.

Достаточные условия сходимости тригонометрических рядов Фурье.

Тема 3. Свойства коэффициентов Фурье

Связи поведения коэффициентов Фурье с видом сходимости

Ряда Фурье. Оценки коэффициентов Фурье для функций из некоторых классов.

Модуль 3. Полиномиальные операторы

Тема 1. Средние Фейера

Основные свойства средних Фейера.

Оценка скорости их сходимости.

Тема 2. Средние Валле-Пуссена

Основные свойства средних Валле-Пуссена.

Наилучшие приближения тригонометрическими полиномами.

Модуль 4. Классические ортогональные ряды

Тема 1. Ряды по классическим ортогональным многочленам

Понятие о рядах по многочленам Чебышева, Лежандра, Лагерра, Эрмита, Якоби.

Аппроксимационные свойства рядов Фурье-Чебышева.

Тема 2. Понятие о рядах по системам Хаара, Уолша, Радемахера

Понятие о системах Хаара, Уолша, Радемахера.

Аппроксимационные свойства рядов по ним.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Модуль 1. Общие ортогональные системы и ряды

Тема 1. Системы независимых функций

Примеры систем независимых функций. Полнота. Замкнутость.

Тема 2. Общие ортогональные ряды

Ортогональные ряды.

Общие ряды Фурье. Коэффициенты Фурье.

Тема 3. Виды сходимости

Сходимость в среднем. Сходимость почти всюду.

Равномерная сходимость. Абсолютная сходимость.

Модуль 2. Тригонометрические ряды

Тема 1. Тригонометрическая система функций

Основные свойства тригонометрической системы.

Тема 2. Тригонометрические ряды Фурье

Свойства частичных сумм Фурье.

Интеграл Дирихле. Достаточные условия сходимости тригонометрических рядов Фурье.

Тема 3. Свойства коэффициентов Фурье

Связи поведения коэффициентов Фурье с видом сходимости

Ряда Фурье. Оценки коэффициентов Фурье для функций из некоторых классов.

Модуль 3. Полиномиальные операторы

Тема 1. Средние Фейера

Основные свойства средних Фейера.

Оценка скорости их сходимости.

Тема 2. Средние Валле-Пуссена

Основные свойства средних Валле-Пуссена.

Наилучшие приближения тригонометрическими полиномами.

Модуль 4. Классические ортогональные ряды

Тема 1. Ряды по классическим ортогональным многочленам

Понятие о рядах по многочленам Чебышева, Лежандра, Лагерра, Эрмита, Якоби.

Аппроксимационные свойства рядов Фурье-Чебышева.

Тема 2. Понятие о рядах по системам Хаара, Уолша, Радемахера

Понятие о системах Хаара, Уолша, Радемахера.

Аппроксимационные свойства рядов по ним.

5. Образовательные технологии

В основе преподавания дисциплины лежит лекционно-семинарская система обучения, что связано с необходимостью активного продумывания теоретического материала, содержащего глубокие и абстрактные понятия. Индивидуальные особенности обучающихся

учитываются подбором заданий разного уровня сложности для самостоятельной работы студентов.

По данной дисциплине учебным планом предусмотрено также проведение занятий в интерактивных формах. Лекции проводятся в аудиториях, оснащенных видеопроекторами. В университете функционирует Центр современных образовательных технологий, в котором предусматриваются мастер-классы специалистов.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Учебно-методические пособия для самостоятельной работы

1. Крылов В. И. Приближенное вычисление интегралов. - М. : Наука, 1967 г.
2. Бейтмен Г., Эрдейн А. Высшие трансцендентные функции. Т.1. Гипергеометрическая функция, функции Лежандра / Пер. с англ.- 2-е изд.- М. : Наука, 1973
3. Никифоров А.Ф., Суслов С.К., Уваров В.Б. Классические ортогональные многочлены дискретной переменной.- М.: Наука, 1985.

Задания для самостоятельной работы

Вопросы и темы для самостоятельного изучения

1. Полиномы Чебышева I и II родов. Основные свойства.
2. Аппроксимативные свойства рядов по полиномам Чебышева.
3. Ультрасферические полиномы Якоби. Их свойства.
4. Функции Бесселя. Основные свойства.
5. Гипергеометрические функции Гаусса.
6. Дискретные ортогональные полиномы. Их приложения.

Рефераты и доклады по темам для самостоятельной работы

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
<i>Модуль 1. Общие ортогональные системы и ряды</i>	
1. Системы независимых функций	
2. Общие ортогональные ряды	Доклад на тему: Гипергеометрические функции и ортогональные многочлены.
3. Виды сходимости	Доклад на тему: Соотношения между различными видами сходимости.
<i>Модуль 2. Тригонометрические ряды</i>	
1. Тригонометрическая система функций	Доклад на тему: Основные свойства тригонометрической системы.
2. Тригонометрические ряды Фурье	Доклад на тему: Квадратурные формулы по равноотстоящим узлам.
3. Свойства коэффициентов Фурье	Доклад на тему: Оценка остатка квадратурных формул Гаусса.
<i>Модуль 3. Полиномиальные операторы</i>	

1. Средние Фейера	Доклад на тему: Оценка скорости сходимости средних Фейера.
2. Средние Валле-Пуссена	Доклад на тему: Наилучшие приближения тригонометрическими полиномами.
Модуль 4. Классические ортогональные ряды	
1. Ряды по классическим ортогональным многочленам	Доклад на тему: Полиномы Чебышева.
2. Понятие о рядах по системам Хаара, Уолша, Радемахера	Доклад на тему: Сходимость рядов Фурье-Хаара.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура оценивания
ОПК-1	Знать основные свойства общих ортогональных рядов, тригонометрических рядов, рядов Фурье, коэффициентов Фурье, условия сходимости ортогональных рядов. Уметь: исследовать сходимость различных ортогональных рядов; анализировать соотношения между различными видами сходимости ортогональных рядов. Владеть основными методами теории ортогональных рядов.	Коллоквиум
ПК-5	Знать: определения основных понятий, свойства ортогональных систем функций и основные теоремы о сходимости ортогональных рядов. Уметь создавать математические и алгоритмические модели	Коллоквиум

	теоретических и прикладных задач в форме некоторого ортогонального ряда. Владеть: методами моделирования в форме функциональных рядов теоретических и прикладных задач; классическими методами исследования сходимости ортогональных рядов.	
ПК-6	Знать основные понятия и формулировки основных теорем о свойствах ортогональных рядов и их сходимости. Уметь давать геометрическую или естественнонаучную интерпретацию ортогональных систем функций, ортогонального ряда. Владеть на достаточно высоком уровне теорией ортогональных рядов и ее приложениями в математике и прикладных вопросах.	Коллоквиум

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

ОПК-1

Схема оценки уровня формирования компетенции «Обладать готовностью использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов теоретической механики в будущей профессиональной деятельности»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
по ро го вы й	Знать основные свойства общих ортогональных рядов, тригонометрических рядов, рядов Фурье,	Знает некоторые свойства общих ортогональных рядов, тригонометрических	Знает различные свойства общих ортогональных	Знает основные свойства общих ортогональных

	коэффициентов Фурье, условия сходимости ортогональных рядов.	рядов, рядов Фурье, коэффициентов Фурье, условия сходимости ортогональных рядов.	рядов, тригонометрических рядов, рядов Фурье, коэффициентов Фурье, условия сходимости ортогональных рядов.	рядов, тригонометрических рядов, рядов Фурье, коэффициентов Фурье, условия сходимости ортогональных рядов.
ба зо вы й	Уметь: исследовать сходимость различных ортогональных рядов; анализировать соотношения между различными видами сходимости ортогональных рядов.	Умеет: исследовать сходимость отдельных ортогональных рядов; анализировать соотношения между различными видами сходимости ортогональных рядов.	Умеет: исследовать сходимость некоторых ортогональных рядов; анализировать соотношения между различными видами сходимости ортогональных рядов.	Умеет: исследовать сходимость различных ортогональных рядов; анализировать соотношения между различными видами сходимости ортогональных рядов.
пр од ви ну ты й	Владеть основными методами теории ортогональных рядов.	Владеет некоторыми методами теории ортогональных рядов.	Владеет различными методами теории ортогональных рядов.	Владеет основными методами теории ортогональных рядов.

ПК-5

Схема оценки уровня формирования компетенции «Обладать способностью использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач»

Ур ов ен ь	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
по ро го вы й	Знать: определения основных понятий, свойства ортогональных систем функций и основные теоремы о сходимости ортогональных рядов.	Знает: определения некоторых понятий, некоторые свойства ортогональных систем функций и основные теоремы о сходимости ортогональных	Знает: определения различных понятий, различные свойства ортогональных систем	Знает: определения основных понятий, свойства ортогональных систем функций и

		рядов.	функций и основные теоремы о сходимости ортогональных рядов.	основные теоремы о сходимости ортогональных рядов.
ба зо вы й	Уметь создавать математические и алгоритмические модели теоретических и прикладных задач в форме некоторого ортогонального ряда.	Умеет создавать математические и алгоритмические модели некоторых теоретических и прикладных задач в форме некоторого ортогонального ряда.	Умеет создавать математические и алгоритмические модели различных теоретических и прикладных задач в форме некоторого ортогонального ряда.	Умеет создавать математические и алгоритмические модели теоретических и прикладных задач в форме некоторого ортогонального ряда.
пр од ви ну ты й	Владеть: методами моделирования в форме функциональных рядов теоретических и прикладных задач; классическими методами исследования сходимости ортогональных рядов.	Владеет: некоторыми методами моделирования в форме функциональных рядов теоретических и прикладных задач; некоторыми классическими методами исследования сходимости ортогональных рядов.	Владеет: различными методами моделирования в форме функциональных рядов теоретических и прикладных задач; различными классическими методами исследования сходимости ортогональных рядов.	Владеет: методами моделирования в форме функциональных рядов теоретических и прикладных задач; классическими методами исследования сходимости ортогональных рядов.

ПК- 6

Схема оценки уровня формирования компетенции «Обладать способностью передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженной в терминах предметной области изучавшегося явления»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
по ро го вы	Знать основные понятия и формулировки основных теорем о свойствах ортогональных рядов и их	Знает некоторые понятия и формулировки некоторых теорем о	Знает различные понятия и формулировки	Знает основные понятия и формулировки

й	сходимости.	свойствах ортогональных рядов и их сходимости.	различных теорем о свойствах ортогональных рядов и их сходимости.	основных теорем о свойствах ортогональных рядов и их сходимости.
ба зо вы й	Уметь давать геометрическую или естественнонаучную интерпретацию ортогональных систем функций, ортогонального ряда.	Умеет давать геометрическую или естественнонаучную интерпретацию некоторых ортогональных систем функций, ортогонального ряда.	Умеет давать геометрическую или естественнонаучную интерпретацию различных ортогональных систем функций, ортогонального ряда.	Умеет давать геометрическую или естественнонаучную интерпретацию ортогональных систем функций, ортогонального ряда.
пр од ви ну ты й	Владеть на достаточно высоком уровне теорией ортогональных рядов и ее приложениями в математике и прикладных вопросах.	Владеет на определенном уровне теорией ортогональных рядов и ее приложениями в математике и прикладных вопросах.	Владеет на достаточно хорошем уровне теорией ортогональных рядов и ее приложениями в математике и прикладных вопросах.	Владеет на достаточно высоком уровне теорией ортогональных рядов и ее приложениями в математике и прикладных вопросах.

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительной оценки по дисциплине быть не может.

7.3. Типовые контрольные задания

Примерные вопросы к коллоквиуму

1. Независимые системы функций.
2. Ортогонализация систем функций.
3. Классические ортогональные многочлены.
4. Разложение функций по ортогональным системам функций.
5. Тригонометрические ряды Фурье. Интеграл Дирихле.
6. Достаточные условия сходимости ТРФ.
7. Суммы Фейера и Валле-Пуссена, их свойства.
8. Ряды Фурье-Хаара.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
 - участие на практических занятиях - 20 баллов,
 - коллоквиум – 30 баллов,
 - выполнение аудиторных контрольных работ - 40 баллов.
- Промежуточный контроль по дисциплине включает:
- устный опрос (экзамен) - 100 баллов.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Кашин Б.С., Саакян А.А. Ортогональные ряды. М.: Наука, 1984.
2. Толстов Г.П. Ряды Фурье. М.: Наука, 1980.

б) дополнительная литература:

1. Суетин П.К. Классические ортогональные многочлены. - М: Физматлит, 2007.
2. Суетин П.К. Проблема В.А. Стеклова в теории ортогональных многочленов // Математический анализ. т.15. Итоги науки и техники.- М.: ВИНТИ АН СССР, 1977. с. 5-82.
3. Натансон И.П. Конструктивная теория функций. - М.: Наука, 1986.
4. Карлин С., Стадден В. Чебышевские системы и их применение в анализе и статистике.- М. : Наука, 1976.
5. Никишин Е.М., Сорокин В.Н. Рациональные аппроксимации и ортогональность.- М. : Наука, 1988.
- 6.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Федеральный портал <http://edu.ru>:
2. Электронные каталоги Научной библиотеки ДГУ
<http://elib.dgu.ru>: <http://edu.icc.dgu.ru>:

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Учебная программа по дисциплине распределена по темам и по часам на лекции и практические занятия; предусмотрена также самостоятельная учебная работа студентов. По каждой теме преподаватель указывает студентам необходимую литературу (учебники, учебные пособия, сборники задач и упражнений), а также соответствующие темам параграфы и номера упражнений и задач.

Самостоятельная работа студентов складывается из работы над лекциями, с учебниками, решения рекомендуемых задач, подготовки к докладу или реферату, а также из подготовки к контрольным работам, коллоквиумам и сдаче экзаменов.

При работе с лекциями и учебниками особое внимание следует уделить изучению основных понятий и определений по данному разделу, а также особенностям примененных методов и технологий доказательства теорем. Решение достаточного количества задач по данной теме поможет творческому овладению методами доказательства математических утверждений.

После изучения каждой темы рекомендуется самостоятельно воспроизвести основные определения, формулировки и доказательства теорем. Для самопроверки рекомендуется также использовать контрольные вопросы, приводимые в учебниках после каждой темы.

Основная цель практических занятий – подготовка студентов к самостоятельной работе над теоретическим материалом и к решению задач и упражнений.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине рекомендуются компьютерные технологии, основанные на операционных системах Windows, Ubuntu, Linux, прикладные программы Mathcad, Matlab, Mathematica, а также сайты образовательных учреждений и журналов, информационно-справочные системы, электронные учебники. При проведении занятий рекомендуется использовать компьютеры, мультимедийные проекторы, интерактивные экраны.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Университет обладает достаточной базой оснащенных аудиторий для проведения всех видов занятий, предусмотренных образовательной программой дисциплины. Кроме того, на факультете 4 компьютерных класса и 4 учебных класса, оснащенных компьютерами с соответствующим программным обеспечением и мультимедиа-проекторами. В университете имеется необходимый комплект лицензионного программного обеспечения.