

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Специальные функции математической физики»

Кафедра дифференциальных уравнений и функционального анализа факультета математики и компьютерных наук

Образовательная программа:
01.04.01 Математика

Профиль подготовки:
«Дифференциальные уравнения»

Уровень высшего образования:
магистратура

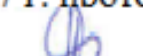
Форма обучения:
Очная

Статус дисциплины:
вариативная


Махачкала 2017

Рабочая программа дисциплины: Спецфункции матфизики
составлена 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по
направлению подготовки
01.04.01 Математика (уровень подготовки: магистратура)
Приказ Минобрнауки России от 12. 03 2015 №228

разработчик: д.ф.-м.н. профессор кафедры
дифференциальных уравнений и функционального анализа
Сиражудинов Магомед Магомедалиевич

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании
кафедры: дифференциальных уравнений и функционального
анализа от "22" марта 2017 г. протокол № 6
Заведующий кафедрой  Сиражудинов М.М.

на заседании Методического совета факультета
Математики и компьютерных наук от 24 марта 2017 г.

Председатель 

Рабочая программа согласована с
учебно-методическим
управлением 30.03. 2017



Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Специальные функции математической физики» входит в вариативную часть образовательной программы магистратура по направлению **01.04.01.68 Математика**.

Дисциплина реализуется на *факультете математики и компьютерных наук кафедрой «Дифференциальные уравнения и функциональный анализ»*.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с применениями специальных функций в различных вопросах математической физики и других естественных наук. Дисциплина предполагает знание основных понятий и методов дифференциальных уравнений и комплексного анализа, профессиональных знаний университетских курсов математического анализа, уравнений в частных производных, функционального анализа.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:
общекультурных – ОК-1,
профессиональных – ПК-1, ПК-2, ПК-3.

В результате освоения данной дисциплины обучающийся должен:

Знать: основные источники появления специальных функций; основные задачи математической физики, проводящие к специальным функциям (уравнение Бесселя, функции Бесселя и Ханкеля).

Уметь: свободно владеть основными свойствами специальных функций.

Владеть: основными методами применения специальных функций.

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

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: *контрольной работы, коллоквиума, экзамена.*

Объем дисциплины 3 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации	
	Всего	в том числе						
		Контактная работа обучающихся с преподавателем						СРС, в том числе экзамен
		из них						
Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации				
10	108	8		16	2		46+36=82	Экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Специальные функции математической физики» являются: расширение представления о специальных функциях; применение специальных функций в уравнениях математической физики.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Специальные функции математической физики» входит в вариативную часть образовательной программы магистратуры, по направлению 01.04.01.68 Математика.

Для освоения обучающийся должен владеть математическим анализом, комплексным анализом, дифференциальными уравнениями, уравнениями в частных производных в объеме программ, утвержденных для бакалавров.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОК-1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	Знать фундаментальные теоремы о специальных функциях в различных формах. Уметь применять специальные функции к конкретным уравнениям математической физики. Владеть техникой применения специальных функций к уравнениям математической физики.
ПК-1	Способность к интенсивной научно-исследовательской работе	Знать: основные понятия и методы специальных функций; Уметь: применять методы специальных функций к конкретным уравнениям математической физики. Владеть: основными методами специальных функций.
ПК-2	Способностью к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, к управлению научным коллективом	Знать: естественнонаучные задачи, приводящие к основным понятиям теории специальных функций; приложения основных положений теории специальных функций в других разделах математики и естественных науках. Уметь: давать естественнонаучную интерпретацию основных положений специальных функций. Владеть методами моделирования естественнонаучных задач в

		форме дифференциальных операторов.
ПК-3	Способность публично представить собственные новые научные результаты	Знать на достаточно высоком уровне курс теории специальных функций по программе данной образовательной организации. Уметь: оценивать объем материала, необходимого для освоения того или иного программного вопроса; устанавливать связи между различными предметными разделами с учетом специфики. Владеть методикой изложения основного материала того или иного раздела теории специальных функций.

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет зачетных единиц 4, академических часов 144.

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. Полиномы Лежандра								
1. Уравнение Бесселя и функции Бесселя и Ханкеля.	<i>A</i>		2	4			12	коллоквиум
2. Полиномы Лежандра и ортогональные многочлены	<i>A</i>		2	4			12	Контрольная работа
Всего по модулю 1	36		4	8			24	
Модуль 2. Сферические функции								
1. Сферические функции	<i>A</i>		2	4		2	10	коллоквиум
2. Гамма - функции и Бета - функции.	<i>A</i>		2	4			12	Контрольная работа
Всего по модулю 2	36		4	8		2	22	
Модуль 3. Промежуточная аттестация								
Экзамен							36	Экзамен
ИТОГО за семестр А	108		8	16		2	82	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

ЛЕКЦИИ

Тема №1. Обзор основных задач математической физики, проводящих к специальным функциям. Анализ метода решения смешанной задачи колебания конечной струны, задачи колебания прямоугольной и круглой мембраны. Общая схема метода Фурье;

Понятие о спектре оператора. Характер спектра. Спектры операторов возникающих при решении задачи Штурма- Лиувилля. Свойства собственных функций.

Тема №2. Тригонометрическая система функций и её основные свойства (ортогональность, полнота и замкнутость, неравенство и тождество Бесселя); Тригонометрический ряд Фурье, проблемы сходимости.

Тема № 3. Уравнение Бесселя и функции Бесселя и Ханкеля. Уравнение Бесселя и его частные случаи. Функции Бесселя как решение уравнения Бесселя и их свойства. Функции Ханкеля и Бесселя.

Тема № 4. Полиномы Лежандра и ортогональные многочлены. Дифференциальное уравнение Лежандра и его решение. Свойства полиномов Лежандра. Многочлены Чебышева-Эрмита, Чебышева –Лагерра и Якоби.

Тема № 5. Сферические функции и их основные свойства.

Тема №6. Гамма - функция вещественного, комплексного аргумента и их свойства. Бета - функция, ее основные свойства и связь с гамма - функцией.

Тема № 7. Различные способы, порождающие специальные функции. Обзор основных классов спецфункций

Практические занятия

Тема №1. Обзор основных задач математической физики, проводящих к специальным функциям

Тема №2. Классическая ортогональная система тригонометрических функций

Тема № 3. Уравнение Бесселя, функции Бесселя и Ханкеля

Тема № 4. Полиномы Лежандра и ортогональные многочлены

Тема №5. Сферические функции

Тема №6. Гамма - функции и Бета - функции

Тема № 7. Различные способы, порождающие специальные функции.

5. Образовательные технологии

В основе преподавания курса «Специальные функции математической физики» 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.

Основная литература

1. Арсенин В.Я. Методы математической физики и специальные функции, М:Наука, 1984
2. Никифоров А.Ф., Уваров В.Р. Специальные функции математической физики. М: Наука, 1984.

Дополнительная литература

3. Кошляков Н.С. Уравнения в частных производных математической физики, 1970.

Задания для самостоятельной работы

Вопросы для самопроверки

1. Основные задачи математической физики, приводящих к специальным функциям
2. Метода решения смешанной задачи колебания конечной струны
3. Общая схема метода Фурье
4. Понятие о спектре операторов.
5. Характер спектра.
6. Спектры операторов возникающих при решении задачи Штурма- Лиувилля.
7. Свойства собственных функций
8. Тригонометрическая система функций
9. Основные свойства тригонометрической системы (ортогональность, полнота и замкнутость, неравенство и тождество Бесселя)
10. Тригонометрический ряд Фурье, проблемы сходимости.
11. Дифференциальное уравнение Лежандра и его решение
12. Свойства полиномов Лежандра
13. Многочлены Чебышева-Эрмита, Чебышева –Лагерра и Якоби.
14. Гамма-функции и Бета-функции.
15. Гамма-функции вещественного комплексного аргумента
16. Свойства гамма-функции
17. Основные понятия Бета-функции
18. основные свойства Бета-функции

Вопросы и задания к коллоквиуму и экзамену

1. Анализ метода решения смешанной задачи колебания конечной струны
2. Задачи колебания прямоугольной и круглой мембраны
3. Общая схема метода Фурье
4. Понятие о спектре операторов. Характер спектра. Спектры операторов возникающих при решении задачи Штурма- Лиувилля. Свойства собственных функций
5. Тригонометрическая система функций и её основные свойства (ортогональность, полнота и замкнутость, неравенство и тождество Бесселя)
6. Тригонометрический ряд Фурье, проблемы сходимости.
7. Классическая ортогональная система тригонометрических функций
8. Уравнение Бесселя и функции Бесселя и Ханкеля.
9. Уравнение Бесселя и его частные случаи.

10. Функции Бесселя как решение уравнения Бесселя и их свойства.
11. Функции Ханкеля и Бесселя.
12. Полиномы Лежандра и ортогональные многочлены, дифференциальное уравнение Лежандра и его решение
13. Свойства полиномов Лежандра
14. Многочлены Чебышева-Эрмита, Чебышева –Лагерра и Якоби.
15. Гамма-функции и Бета-функции.
16. Гамма-функции вещественного комплексного аргумента и их свойства.
17. Бета-функции и ее основные свойства и связь с гамма-функцией
18. Сферические функции. Сферические функции и их основные свойства
19. Различные способы, порождающие специальные функции
20. Основные классы спецфункций.

Примерная тематика докладов, рефератов по дисциплине

1. Основные задачи математической физики, приводящих к специальным функциям
2. Методы решения смешанной задачи колебания конечной струны
3. Общая схема метода Фурье
4. Понятие о спектре операторов.
5. Характер спектра.
6. Спектры операторов возникающих при решении задачи Штурма- Лиувилля.
7. Свойства собственных функций
8. Гамма-функции и Бета-функции.
9. Гамма-функции вещественного комплексного аргумента и их свойства.
10. Бета-функции и ее основные свойства и связь с гамма-функцией

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.

Компетенции	Знания, умения, навыки	Процедура оценивания
ОК-1	Знать фундаментальные теоремы о специальных функциях в различных формах. Уметь применять специальные функции к	Коллоквиум, контрольная работа, экзамен

	<p>конкретным уравнениям математической физики. Владеть техникой применения специальных функций к уравнениям математической физики.</p>	
ПК-1	<p>Знать: основные понятия и методы специальных функций; Уметь: применять методы специальных функций к конкретным уравнениям математической физики. Владеть: основными методами специальных функций.</p>	Коллоквиум, контрольная работа, экзамен
ПК-2	<p>Знать: естественнонаучные задачи, приводящие к основным понятиям теории специальных функций; приложения основных положений теории специальных функций в других разделах математики и естественных науках. Уметь: давать естественнонаучную интерпретацию основных положений специальных функций. Владеть: методами моделирования естественнонаучных задач в форме дифференциальных операторов.</p>	Коллоквиум, контрольная работа, экзамен
ПК-3	<p>Знать: на достаточно высоком уровне курс теории специальных функций по программе данной образовательной организации. Уметь: оценивать объем материала, необходимого для освоения того или иного программного вопроса; устанавливать связи между различными предметными разделами с учетом специфики. Владеть: методикой изложения основного материала того или иного раздела теории специальных функций.</p>	Коллоквиум, контрольная работа, экзамен

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

ОК-1. Схема оценки уровня формирования компетенции «Обладать способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: основные понятия и методы Теории специальных функций;	Допускает ошибки в определениях и формулировках основных теорем.	Демонстрирует знание основных фундаментальных понятий	Показывает знание строгих определений, фундаментальных понятий и утверждений

Базовый	Уметь: применять методы теории специальных функций к конкретным уравнениям математической физики.	Решает несложные задачи теории специальных функций.	Умеет формулировать и доказывать основные теоремы теории специальных функций.	Умеет применять методы теории специальных функций к конкретным уравнениям математической физики.
Продвинутый	Владеть: основными методами теории специальных функций	Слабо владеет методами теории специальных функций	Хорошо владеет методами теории специальных функций	Свободно владеет методами теории специальных функций

ПК-1. Схема оценки уровня формирования компетенции «Обладать способностью создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать определения и важнейшие свойства теории специальных функций, применяемых в современной математике.	Знает некоторые теоремы теории специальных функций в различных формах.	Знает фундаментальные теоремы теории специальных функций, с незначительными неточностями	Знает формулировки и доказательства фундаментальных теорем теории специальных функций.
Базовый	Уметь применять специальные функции в прикладных задачах.	Допускает ошибки при применении специальных функций к уравнениям из естествознания.	Умеет с незначительными неточностями применять специальные функции в прикладных задачах естествознания.	Умеет применять специальные функции в прикладных задачах естествознания.
Продвинутый	Владеть современными методами теории специальных функций.	Слабо владеет современными методами теории специальных функций.	Владеет некоторыми навыками применения методов теории специальных функций к уравнениям из естествознания.	Владеет современными методами теории специальных функций

ПК-2. Способность к интенсивной исследовательской работе

Уровень вень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительн о	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: основные понятия и методы теории специальных функций	Допускает неточности в определениях	Демонстрирует знание основных теорем теории специальных функций	Показывает четкое знание теории специальных функций
Базовый	Уметь: применять методы теории специальных функций к конкретным уравнениям математической физики.	С неточностями может ставить задачи теории специальных функций	Умеет корректно и полно ставить основные задачи теории специальных функций	Умеет корректно и полно ставить задачи теории специальных функций
Продвинутый	Владеть: основными методами теории специальных функций	Владеет некоторыми стандартными методами теории специальных функций	Владеет основными приемами и методами теории специальных функций	Владеет приемами и методами теории специальных функций

ПК-3

Схема оценки уровня формирования компетенции «Обладать способностью к собственному видению прикладного аспекта в строгих математических формулировках»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: естественнонаучные задачи, приводящие к основным понятиям теории специальных функций; приложения основных положений теории специальных функций в других разделах математики и естественных науках.	Знает: некоторые естественнонаучные задачи, приводящие к понятиям теории специальных функций; теории специальных функций в других разделах математики и естественных науках.	Знает: естественнонаучные задачи, приводящие к основным понятиям теории специальных функций; приложения теории специальных функций в других разделах математики и естественных науках.	Знает: естественнонаучные задачи, приводящие к основным понятиям теории специальных функций; приложения основных положений теории специальных функций в других разделах математики и естественных науках.

Базовый	Уметь: давать естественнонаучную интерпретацию основных положений теории специальных функций.	Допускает ошибки в естественнонаучных интерпретациях положений теории специальных функций.	Допускает незначительные неточности в естественнонаучных интерпретациях положений теории специальных функций.	Умеет давать естественнонаучную интерпретацию основных положений теории специальных функций.
Продвинутый	Владеть методами моделирования естественнонаучных задач в форме специальных функций.	Слабо владеет методами моделирования естественнонаучных задач в форме теории специальных функций.	Владеет определенными методами моделирования естественнонаучных задач в форме теории специальных функций.	Владеет методами моделирования естественнонаучных задач в форме теории специальных функций.

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

7.3. Типовые контрольные задания

7.3.1. *Примерные контрольные вопросы к коллоквиуму* (см. п. 6)

7.3.2. *Примерные темы докладов и рефератов* (см. п. 6)

7.3.3. *Вопросы для контроля самостоятельной работы студентов* (см. п. 6)

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 -30 баллов,
- выполнение лабораторных заданий – 30 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 30баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос -50 баллов,
- письменная контрольная работа -50 баллов,

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

Основная литература

1. Арсенин В.Я. Методы математической физики и специальные функции, М:Наука, 1984

2. Никифоров А.Ф., Уваров В.Р. Специальные функции математической физики. М: Наука, 1984.

Дополнительная литература

3. Кошляков Н.С. Уравнения в частных производных математической физики, 1970.

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

№	Название	Электронный адрес	Содержание
1.	Math.ru	www.math.ru	Сайт посвящён математике (и математикам. Этот сайт — для школьников, студентов, учителей и для всех, кто интересуется математикой. Тех, кого интересует зона роста современной науки математика.
2.	Exponenta.ru	www.exponenta.ru	Студентам: - запустить установленный у Вас математический пакет выбрать в списке примеров, решенных в среде этого пакета, подходящий и решить свою задачу по аналогии Преподавателям: - использовать математические пакеты для поддержки курса лекций. Всем заинтересованным пользователям: 1. – можно ознакомиться с примерами применения математических пакетов в образовательном процессе. 2. – найти демо-версии популярных математических пакетов, электронные книги и свободно распространяемые программы.
3.	Математика	www.mathematics.ru	учебный материал по различным разделам математики – алгебра, планиметрия, стереометрия, функции, графики и другие.
4.	Российское образование.	www.edu.ru	федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ.
5.	Электронные каталоги Научной библиотеки ДГУ	http://elib.dgu.ru , http://edu.icc.dgu.ru	
6.	Общероссийский математический портал (Math-Net.Ru)	www.mathnet.ru	Портал, предоставляет различные возможности в поиске информации о математической жизни в России Портал содержит разделы: журналы, видеотека, библиотека, персоналии, организации, конференции.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Учебная программа по курсу «Специальные функции математической физики» распределена по темам и по часам на лекции, практические и лабораторные 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 защите лабораторных работ, а также из подготовки к контрольным работам, коллоквиумам и сдаче зачетов и 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.

Дисциплина «Специальные функции математической физики» является основной базой всех специальных дисциплин, изучаемых будущими бакалаврами. Специфика дисциплины состоит в том, что рассмотрение теоретических вопросов здесь тесно связано с решением практических задач.

На лекциях особенно большое значение имеет реализация следующих задач:

- 1) глубокое осмысливание ряда понятий и положений, введенных в теоретическом курсе;
- 2) раскрытие прикладного значения теоретических сведений;
- 3) развитие творческого подхода к решению практических и некоторых теоретических вопросов;
- 4) закрепление полученных знаний путем многократного практического использования;
- 5) приобретение прочных навыков типовых расчетов;
- 6) расширение кругозора, приобретение полезных сведений, касающихся технических данных реальных объектов и конкретных условий их эксплуатации.

Наряду с перечисленными выше образовательными целями, занятия преследуют и важные цели воспитательного характера, а именно:

- а) воспитание настойчивости в достижении конечной цели;
- б) воспитание дисциплины ума, аккуратности, добросовестного отношения к работе;
- в) воспитание критического отношения к своей деятельности, умения анализировать свою работу, искать оптимальный путь решения, находить свои ошибки и устранять их.

Методические рекомендации

Для подготовки к практическим занятиям нужно изучить следующие литературные источники:

4. Арсенин В.Я. Методы математической физики и специальные функции, М:Наука, 1984
5. Никифоров А.Ф., Уваров В.Р. Специальные функции математической физики. М: Наука, 1984.
6. Кошляков Н.С. Уравнения в частных производных математической физики, 1970.

Для подготовки к экзамену: повторить лекционный материал, проанализировать список рекомендованной литературы, решить самостоятельно задачи и примеры из учебного пособия: Кошляков Н.С. Уравнения в частных производных математической физики, 1970.

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 аудиторий для проведения всех видов занятий, предусмотренных образовательной программой дисциплины математический анализ. 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.