МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.

____________________________________ "____" _________________20___ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Функциональный анализ Б1.Б.16

Направление подготовки: 01.03.01 - Математика
Профиль подготовки: Общий профиль
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):
Гумеров Р.Н.

Рецензент(ы):
Луговая Г.Д. , Гарифьянов Фархат Нургаязович

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Насыров С. Р.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" ____________ 201__г
Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :
Протокол заседания УМК No ____ от "____" ____________ 201__г

Регистрационный No 81724517

Казань
2017

Содержание

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Гумеров Р.Н. Кафедра математического анализа отделение математики , Renat.Gumerov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Функциональный анализ" являются: получение базовых знаний по функциональному анализу: меры на системах множеств, продолжение меры с полукольца на кольцо, измеримые по Лебегу множества, мера Лебега , множества лебеговой меры нуль, мера Лебега-Стилтьеса, описание мер на борелевской алгебре числовой прямой, абсолютно непрерывные и сингулярные меры, измеримые функции, различные типы сходимости, конструкция интеграла Лебега и его свойства, теоремы о предельном переходе под знаком интеграла, заряды, меры в произведениях множеств, метрические пространства, пополнение метрического пространства, теоремы о вложенных шарах и Бэра, принцип сжимающих отображений и его применения, вполне ограниченные, компактные и предкомпактные множества в метрических пространствах, непрерывные функции на компактных пространствах, нормированные и банаховы пространства, линейные операторы и функционалы в нормированных пространствах, основные принципы линейного анализа (теоремы Хана-Банаха, Банаха-Штейнгауза, Банаха), предгильбертовы и гильбертовы пространства, их изоморфизмы, теорема Рисса об общем виде линейного функционала в гильбертовом пространстве, билинейные формы и их связь с операторами, сопряженные, самосопряженные, унитарные операторы, алгебра операторов в гильбертовом пространстве, ортопроекторы, конечномерные и компактные операторы, резольвента и спектр ограниченного оператора, строение спектра компактного оператора (теорема Рисса-Шаудера), спектральная теорема для компактного самосопряжённого оператора, приложения к уравнениям Фредгольма (теоремы Фредгольма), интегральные уравнения с симметрическим ядром, производные Гато и Фреше отображения, теорема о неявной функции и ее применения, локальный экстремум функционала и условия его существования, понятие интеграла от вектор-функции со значениями в банаховом пространстве, формулы Лагранжа и Тейлора. При освоении дисциплины вырабатывается общематематическая культура: умение логически мыслить, проводить доказательства основных утверждений, устанавливать логические связи между понятиями, применять полученные знания для решения задач, связанных с приложениями методов функционального анализа в механике, физике и в других областях естествознания.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.Б.16 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.03.01 Математика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3 курсе, 5, 6 семестры.

Дисциплина входит в базовую часть профессионального цикла.

Получаемые знания необходимы для понимания и освоения курсов теории вероятностей, математической статистики, методов оптимизации, а также профильных дисциплин направления математики.

Слушатели должны владеть знаниями по дисциплинам математический анализ, алгебра.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	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 отовностью 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
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью к самостоятельной научно-исследовательской работе
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные понятия и результаты по функциональному анализу (мера и интеграл Лебега, полные метрические и нормированные пространства, принцип сжимающих отображений, ограниченные линейные операторы и функционалы в нормированных пространствах, основные принципы линейного анализа, свойства компактных операторов в гильбертовых пространствах, спектральная теорема для компактного самосопряжённого оператора, теоремы Фредгольма, производные Гато и Фреше, теорема о неявной функции, условия существования экстремумов функционалов).

2. должен уметь:

Уметь вычислять интеграл Лебега. Уметь применять принцип сжимающих отображений для доказательства существования и единственности решения функциональных уравнений, систем линейных уравнений, интегральных уравнений в основных функциональных пространствах. Уметь вычислять нормы ограниченных линейных функционалов и операторов

Уметь применять теорию операторов для исследования операторных уравнений.

3. должен владеть:

методами теории меры и интеграла, линейного анализа, теории компактных операторов в гильбертовом пространстве.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

1. Знать: основные понятия и результаты по функциональному анализу (мера и инте-грал Лебега, полные метрические и нормированные пространства, принцип сжимающих отображений, ограниченные линейные операторы и функционалы в нормированных пространствах, основные принципы линейного анализа, свойства компактных операторов в гильбертовых пространствах, спектральная теорема для компактного самосопряжённого оператора, теоремы Фредгольма, производные Гато и Фреше, теорема о неявной функции, условия существования экстремумов функционалов).

2. Уметь вычислять интеграл Лебега. Уметь применять принцип сжимающих отобра-жений для доказательства существования и единственности решения функциональных урав-нений, систем линейных уравнений, интегральных уравнений в основных функциональных пространствах. Уметь вычислять нормы ограниченных линейных функционалов и операто-ров

3. Владеть: методами теории меры и интеграла, линейного анализа, теории компакт-ных операторов в гильбертовом пространстве.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных(ые) единиц(ы) 288 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 5 семестре; экзамен в 6 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Мера Лебега. Измеримые функции. Интеграл Лебега.	5	1-9	18	0	16	Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Полные метрические пространства. Компактность и предкомпактность. Принцип сжимающих отображений.	5	10-12	6	0	8	Письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Нормированные и банаховы пространства. Линейные операторы и функционалы. Основные принципы линейного анализа	5	13-18	10	0	10	Контрольная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Ограниченные линейные операторы в гильбертовом пространстве	6	1-8	16	0	16	Письменное домашнее задание
5.	Тема 5. Спектральная теорема для компактного самосопряженного оператора. Уравнения с компактными операторами. Теоремы Фредгольма.	6	9-14	12	0	14	Письменное домашнее задание
6.	Тема 6. Элементы нелинейного анализа в нормированных пространствах.	6	15-17	4	0	2	Контрольная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	Зачет
.	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Экзамен
	Итого			66	0	66	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Мера Лебега. Измеримые функции. Интеграл Лебега.

лекционное занятие (18 часа(ов)):

Системы множеств.Полукольцо. Кольцо.Минимальное кольцо. Алгебра. Сигма-кольцо. Сигма алгебра.(2) Мера на полукольце. Сигма-аддитивная мера. Внешняя мера.(2) Измеримые по Лебегу множества.Мера Лебега(2) Измеримые функции.(2) Различные виды сходимости. Теорема Егорова.(2) Интеграл Лебега(2). Предельный переход под знаком интеграла.(2) Абсолютная непрерывность. Неравенство Чебышева. Сравнение интегралов Римана и Лебега.Теорема Лузина.(2) Заряды.Теорема Радона-Никодима.Теорема Фубини.Мера Лебега-Стилтьеса.(2)

лабораторная работа (16 часа(ов)):

Операции над множествами(2) Отображения(2) Системы множеств(2) Мера на полукольце.Продолжение.(4) Мера Лебега(2) Измеримые функции(2) Интеграл Лебега(2)

Тема 2. Полные метрические пространства. Компактность и предкомпактность. Принцип сжимающих отображений.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Полные метрические пространства.Теоремы Бэра, о пополнении.Принцип вложенных шаров(2) Компактность и предкомпактность.Сепарабальность.(2) Принцип сжимающих отображений.Приложения(2)

лабораторная работа (8 часа(ов)):

Геометрия метрических пространств(2) Примеры пространств.Полные пространства(3) Принцип сжимающих отображений и применения(3)

Тема 3. Нормированные и банаховы пространства. Линейные операторы и функционалы. Основные принципы линейного анализа

лекционное занятие (10 часа(ов)):

Нормированные и банаховы пространства(3). Линейные операторы и функционалы.(3) Основные принципы линейного анализа(4)

лабораторная работа (10 часа(ов)):

Нормированные пространства(2) Банаховы пространства(2) Функционалы(2) Операторы (2) Приложения основных принципов(2)

Тема 4. Ограниченные линейные операторы в гильбертовом пространстве

лекционное занятие (16 часа(ов)):

Унитарные и гильбертовы пространства(4) Ограниченные линейные функционалы на гильбертовом пространстве(4) Ограниченные линейные операторы в гильбертовом пространстве(8)

лабораторная работа (16 часа(ов)):

Унитарные пространства(3) Гильбертовы пространства(3) Функционалы(2) Операторы.Сопряженные операторы(8)

Тема 5. Спектральная теорема для компактного самосопряженного оператора. Уравнения с компактными операторами. Теоремы Фредгольма.

лекционное занятие (12 часа(ов)):

Компактные операторы.Спектральная теорема для компактного самосопряженного оператора.(8) Уравнения с компактными операторами. Теоремы Фредгольма.(4)

лабораторная работа (14 часа(ов)):

Операторы конечного ранга. Компактные операторы. Самосопряженные операторы.(4) Спектр,резольвента(4) Операторные уравнения.(6)

Тема 6. Элементы нелинейного анализа в нормированных пространствах.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Дифференцирование в нормированных пространствах.Формулы Лагранжа и Тэйлора.(2) Понятие интеграла.Теорема о неявной функции и некоторые ее применения.(2)

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Дифференциалы Гато и Фреше(2)

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Мера Лебега. Измеримые функции. Интеграл Лебега.	5	1-9	Изучение лекций и литературы, выполнение домашних заданий	28	домашнее задание
2.	Тема 2. Полные метрические пространства. Компактность и предкомпактность. Принцип сжимающих отображений.	5	10-12	Изучение лекций и литературы, выполнение домашних заданий	18	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Нормированные и банаховы пространства. Линейные операторы и функционалы. Основные принципы линейного анализа	5	13-18	Изучение лекций и литературы, выполнение домашних заданий	14	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	16	контрольная работа
4.	Тема 4. Ограниченные линейные операторы в гильбертовом пространстве	6	1-8	Изучение лекций и литературы, выполнение домашних заданий	22	домашнее задание
5.	Тема 5. Спектральная теорема для компактного самосопряженного оператора. Уравнения с компактными операторами. Теоремы Фредгольма.	6	9-14	Изучение лекций и литературы, выполнение домашних заданий	18	домашнее задание
6.	Тема 6. Элементы нелинейного анализа в нормированных пространствах.	6	15-17	Изучение лекций и литературы, выполнение домашних заданий	2	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
	Итого				120	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

лекции, лабораторные занятия, контрольные работы, зачет и экзамен. В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем, к каждому лабораторному занятию. В каждом семестре проводятся контрольные работы (на лабораторных занятиях). Зачет выставляется по положительным результатам выполнения контрольных работ и самостоятельной работы в течении семестра, а также успешной сдачи теоретического материала по прилагаемой программе. К экзамену допускаются студенты, показавшие положительные результаты по текущей работе в течение семестра.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Мера Лебега. Измеримые функции. Интеграл Лебега.

домашнее задание , примерные вопросы:

меры на системах множеств, продолжение меры с полукольца на кольцо, измеримые по Лебегу множества, мера Лебега , множества лебеговой меры нуль, мера Лебега-Стилтьеса, описание мер на борелевской алгебре числовой прямой, абсолютно непрерывные и сингулярные меры, измеримые функции, различные типы сходимости, конструкция интеграла Лебега и его свойства, теоремы о предельном переходе под знаком интеграла, заряды, меры в произведениях множеств.

Тема 2. Полные метрические пространства. Компактность и предкомпактность. Принцип сжимающих отображений.

домашнее задание , примерные вопросы:

метрические пространства, пополнение метрического пространства, теоремы о вложенных шарах и Бэра, принцип сжимающих отображений и его применения, вполне ограниченные, компактные и предкомпактные множества в метрических пространствах, непрерывные функции на компактных пространствах

Тема 3. Нормированные и банаховы пространства. Линейные операторы и функционалы. Основные принципы линейного анализа

домашнее задание , примерные вопросы:

норма,нормированные и банаховы пространства, линейные операторы и функционалы в нормированных пространствах,теоремы Хана-Банаха, Банаха-Штейнгауза, Банаха.

контрольная работа , примерные вопросы:

Мера и интеграл. Метрические и нормированные пространства

Тема 4. Ограниченные линейные операторы в гильбертовом пространстве

домашнее задание , примерные вопросы:

предгильбертовы и гильбертовы пространства, их изоморфизмы, теорема Рисса об общем виде линейного функционала в гильбертовом пространстве, билинейные формы и их связь с операторами, сопряженные, самосопряженные, унитарные операторы, алгебра операторов в гильбертовом пространстве, ортопроекторы, конечномерные и компактные операторы, резольвента и спектр ограниченного оператора, строение спектра компактного оператора (теорема Рисса-Шаудера)

Тема 5. Спектральная теорема для компактного самосопряженного оператора. Уравнения с компактными операторами. Теоремы Фредгольма.

домашнее задание , примерные вопросы:

спектральная теорема для компактного самосопряжённого оператора, , приложения к уравнениям Фредгольма (теоремы Фредгольма), интегральные уравнения с симметрическим ядром

Тема 6. Элементы нелинейного анализа в нормированных пространствах.

домашнее задание , примерные вопросы:

производные Гато и Фреше отображения, теорема о неявной функции и ее применения, локальный экстремум функционала и условия его существования, понятие интеграла от вектор-функции со значениями в банаховом пространстве, формулы Лагранжа и Тейлора Достаточное условие локального экстремума функционалов.

контрольная работа , примерные вопросы:

Операторы в гильбертовых и банаховых пространствах

Тема . Итоговая форма контроля

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету и экзамену:

все виды текущего контроля успеваемости и аттестации по итогам освоения дисциплины оцениваются по 100-балльной рейтинговой системе, принятой в КФУ. Экзамены оцениваются переводом набранных по дисциплине баллов в оценки: неудовлетворительно, посредственно, удовлетворительно, хорошо, очень хорошо, отлично. Варианты контрольных заданий и программы зачета и экзамена приведены в приложениях 1 и 2. Распределение баллов по видам контроля приведены в приложении 3.

Образцы контрольных работ.

I. Мера и интеграл

1. Отображение $f:X\to Y$ является инъекцией тогда и только тогда, кода $f^{-1}(f(A))=A$ для любого подмножества $A\subset X$.

2. Пусть задана мера на кольце. E и F - множества из этого кольца, G - их симметрическая разность. Доказать, что мера пересечения множества E с множеством G равна разности меры множества E и меры пересечения E и F.

3. Доказать измеримость функции $sign(cos(x^2))$, заданной на вещественной оси.

4. Вычислить интеграл Лебега по интервалу $(1;2)$ от функции $f(x)=\frac{1}{\sqrt{3}(x-1)}.$

II. Метрические и нормированные пространства.

1. Доказать полноту и сепарабельность метрического пространства l_1.

2. Используя принцип сжимающих отображений показать, что система линейных уравнений $x=0.5y+1; y=0.25x-2$ в вещественной плоскости

имеет единственное решение и укажите приближенный метод ее решения.

3. Доказать, что функционал $f((x_k))=\sum_{k=1}^{\infty}(1-\frac{1}{k})x_k$ является непрерывным на l_1 и вычислить его норму.

4. Доказать, что оператор $A:C[0,1]\to C[0,1]:x(t)\to t^2x(0)$ ограничен и вычислить его норму.

Вопросы за 5 семестр.

-Системы множеств. Полукольцо. Кольцо. Минимальное кольцо. Алгебра.

-Меры на системах множеств.Продолжение меры с полукольца на кольцо.

-Внешняя мера.

-Измеримые по Лебегу множества.

-Мера Лебега и её свойства.

-Измеримые функции.

-Различные типы сходимости.Теорема Егорова.

- Конструкция интеграла Лебега и его свойства.Неравенство Чебышева.Сравнение с интегралом Римана.

- Теоремы о предельном переходе под знаком интеграла.

-Классы интегрируемых функций.

-Заряды, теоремы Хана и Радона-Никодима.

- Меры в произведениях множеств. Теорема Фубини.

-Метрические пространства. Пополнение метрического пространства.

- Теорема о вложенных шарах и теорема Бэра.

- Принцип сжимающих отображений и его применения

- Вполне ограниченные, компактные и предкомпактные множества в метрических пространствах,

- Непрерывные функции на компактных пространствах.

Вопросы за 6 семестр.

-Норма. Нормированные и банаховы пространства. Пополнение. Ряды.

- Линейные операторы и функционалы.Ограниченность.Норма оператора.

-Теорема Хана-Банаха,

- Теорема Банаха-Штейнгауза

- Теорема Банаха

- Сопряженное пространство

-Унитарные и гильбертовы пространства. Элемент наилучшего приближения. Проекторы.

-Ряды Фурье

-Сепарабельные гильбертовы пространства.

-Функционалы в гильбертовом пространстве.

-Сопряженный оператор. Алгебра операторов.

-Основные классы операторов. Компактные операторы.

-Спектр.Резольвента.

-Спектральная теория.Спектральная теорема для компактного самосопряженного оператора.

-Уравнения с компактными операторами. Теоремы Фредгольма.

7.1. Основная литература:

1.Элементы теории функций и функционального анализа / А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин.?Издание 7-е.?Москва: Физматлит, 2006.?572 с

2.Задачи и упражнения по функциональному анализу: учебное пособие для студентов мат. спец. вузов / А. Б. Антоневич, П. Н. Князев, Я. В. Радыно; Под ред. С. Г. Крейна.?Издание 3-е , стереотипное.?Москва: URSS: [КомКнига], [2006].?208 с.

3. Конспект лекций по математическому анализу. Издание пятое./А.Н.Шерстнев.-Казань: КГУ, 2009. -http://libweb.kpfu.ru/ebooks/05-IMM/05_33_2009_000165.pdf>.

4.Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. - 7-е изд. - М.: Физматлит, 2009. - 572 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2206

5.Задачи по теории функций и функциональному анализу с решениями: Учебное пособие / Т.А. Леонтьева, А.В. Домрина. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 164 с.- ISBN 978-5-16-006429-11http://www.znanium.com/bookread.php?book=377270

7.2. Дополнительная литература:

1.Функциональный анализ: [учебное пособие] / А. М. Сидоров.?Казань: Казанский университет, 2010.?139с.

2.Насыров С.Р. Метрические и линейные нормированные пространства."Задачи к лабораторным занятиям по курсу

"Функциональный анализ и интегральные уравнения""

Казань: КГУ, 1998. 31 с

http://kpfu.ru//staff_files/F1714458496/FA_exercises.pdf

7.3. Интернет-ресурсы:

архив учебных материалов ВШЭ - http://math.hse.ru/courses_math/bac3-11-fa

кафедра математики физ. фак-та МГУ - http://matematika.phys.msu.ru/stud_spec/127

учебные материалы мех-мата МГУ - http://www.mexmat.net/materials/6/

Функциональный анализ 3 курс Викиконспекты - http://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=%D0%A4%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B

электронная библиотека К(П)ФУ - http://www.ksu.ru/f5/index.php?id=7

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Функциональный анализ" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB,audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

функциональный анализ: учебные аудитории для проведения лекционных и семинарских занятий, доступ студентов к компьютеру с Micrsft Office.

ри необходимости занятия могут проводиться в мультимедийной аудитории 610 (корпус 2 К(П)ФУ),

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.03.01 "Математика" и профилю подготовки Общий профиль .

Автор(ы):
Гумеров Р.Н. ____________________
"__" _________ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Луговая Г.Д. ____________________
Гарифьянов Фархат Нургаязович ____________________
"__" _________ 201 __ г.