Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет
имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Факультет физико-математического и технологического образования
Кафедра высшей математики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методической работе
_____ С.Н. Титов
«25» июня 2021 г.

ЭЛЕМЕНТЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Программа учебной дисциплины по выбору (ДВ.8)
модуля «Специальные разделы предметной области»

основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки),

направленность (профиль) образовательной программы
Математика. Информатика

(очная форма обучения)

Составители:
Сибирева А.Р., к.ф.-м.н, доцент, доцент кафедры высшей математики
Макеева О.В., к.ф.-м.н, доцент, доцент кафедры высшей математики

Рассмотрено и одобрено на заседании ученого совета факультета физико-математического и технологического образования, протокол от
«21» июня 2021г. №7

Ульяновск, 2021

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 01D77C644FC1E54000000006381D0002
Владелец: Титов Сергей Николаевич
Действителен: с 19.07.2021 до 19.07.2022

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Элементы функционального анализа» относится к дисциплинам Блока 1. Дисциплины (модули), Б1.В. Часть, формируемая участниками образовательных отношений, Б1.В.03. Специальные разделы предметной области, ДВ.08 Дисциплины (модули) по выбору учебного плана основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), направленность (профиль) образовательной программы «Математика. Информатика», очной формы обучения.

Дисциплина опирается на результаты обучения, сформированные в рамках курсов математического анализа, «Алгебра», «Геометрия», «Теория чисел и числовые системы» и др.

Результаты изучения дисциплины являются основой для изучения дисциплин и прохождения практик: выполнение и защита выпускной квалификационной работы, подготовка и сдача государственного экзамена.

1. Перечень планируемых результатов обучения (образовательных результатов) по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Элементы функционального анализа» является обобщение и углубление знаний по курсу математического анализа, формирование представления об их приложениях, о возможностях продолжения образования в области математического анализа, о современных проблемах математического анализа, а также цель – в формировании абстрактно-логического мышления и умении оперировать общематематическими понятиями. Существенной частью курса является обучение студентов самостоятельному изучению вопросов, оказывается помощь в работе с литературой, формируются навыки выступления с докладами. В процессе изучения дисциплины будущие учителя знакомятся с различными методами проведения строгих логических доказательств, готовятся к грамотному и логичному изложению материала на уроках математики, а также обучаются решению некоторых задач повышенной сложности школьного курса, олимпиадных задач.

В результате освоения программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине «Элементы функционального анализа» (в таблице представлено соотнесение образовательных результатов обучения по дисциплине с индикаторами достижения компетенций):

Компетенция и индикаторы ее достижения в дисциплине	Образовательные результаты дисциплины (этапы формирования дисциплины)		
	знает	умеет	владеет
ПК-12 - Способен выделять структурные элементы, входящие в систему познания предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения), анализировать их в единстве			

содержания, формы и выполняемых функций. ПК-12.1. Знает формулировки определений, содержательное значение терминов и понятий предметной области, правила и алгоритмы оперирования с объектами предметной области, понимает взаимосвязь между структурными элементами; имеет представление о функциях и практическом применении изучаемых объектов. ПК-12.2. Умеет выделять и анализировать структурные элементы, входящие в систему познания предметной области; определять логическую взаимосвязь между компонентами предметной области; строить логически верные и обоснованные рассуждения; решать задачи предметной области. ПК-12.3. Владеет профессиональной терминологией и основами профессиональной речевой культуры; методами доказательных рассуждений; методами анализа изучаемых объектов,	ОР-1. Основные понятия дисциплины, определения, содержательное значение терминов и их взаимосвязь, алгоритмы доказательств и решения задач	ОР-2 Решать задачи по дисциплине, проводить доказательства, классифицировать и систематизировать основные изучаемые объекты, строить логически верные рассуждения	

методами систематизации и структурирования знаний в предметной области, основами моделирования в предметной области.			
ПК-14. Способен устанавливать содержательные, методологические и мировоззренческие связи предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) со смежными научными областями ИПК-14.1. Знает роль и возможности применения аппарата предметной области в смежных научных областях, их методологическое и мировоззренческое значение; имеет представление о междисциплинарных связях, научных методах смежных областей ИПК-14.2. Умеет определять роль полученных знаний для смежных областей и для школьного курса, применять полученные знания в решении прикладных задач.	ОР-3. возможности применения полученных сведений к решению задач школьного курса математики, а также в смежных научных областях	ОР-4. решать задачи школьного курса математики повышенной сложности, решать и составлять прикладные задачи по дисциплине	

1. **Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Номер семестра	Учебные занятия						Форма итоговой аттестации
	Всего		Лекции, час	Лабораторные занятия, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа, час	
	Трудоемкость						
	Зачет. ед.	Часы					
5	3	108	18	-	30	33	экзамен 27
Итого:	3	108	18	-	30	33	27

2. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

3.1.Указание тем (разделов) и отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Наименование разделов и тем (с разбивкой на модули)	Количество часов по формам организации обучения			
		Лекционные занятия	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа
5-й семестр					
1.	Начала функционального анализа	9		15	15
2.	Элементы теории линейных операторов	9		15	18
Итого за 5-й семестр		**18**	**-**	**30**	**33**

3.2.Краткое описание содержания тем (разделов) дисциплины

Краткое содержание курса (5 семестр)

Раздел 1. Начала функционального анализа.

Метрическое пространство, примеры метрических пространств. Предел последовательности точек метрического пространства. Открытые, замкнутые, совершенные множества; всюду плотные множества, нигде не плотные множества. Полные метрические пространства, компактные метрические пространства, связные метрические пространства, сепарабельные метрические пространства. Непрерывные отображения метрических пространств, равномерно непрерывные отображения. Сохранение компактности и связности при непрерывных отображениях. Ограниченные отображения. Линейные отображения (линейные операторы). Сжимающие отображения метрических пространств. Теорема Банаха (принцип сжимающих отображений). Примеры.

Нормированные пространства, примеры. Банаховы пространства. Линейные оболочки, подпространства, базисы, размерность. Ряды в нормированных пространствах.

Пространства со скалярным произведением, примеры. Неравенство Коши-Буняковского. Гильбертовы пространства. Ортогональные системы, ортогональное дополнение множества, проекция на подпространство. Ряды Фурье по ортогональной системе векторов, неравенство Бесселя, равенство Парсеваля. Ортонормированные базисы. Изоморфизм гильбертовых пространств одинаковой размерности.

Интерактивные формы: Коллективное исследование (метрические пространства и их свойства). Мини-конференция «Парад пространств». Работа в микрогруппах (применение принципа сжимающих отображений).

Раздел 2. Элементы теории линейных операторов.

Векторные пространства. Базис векторного пространства. Матрица перехода от одного базиса к другому. Линейные операторы. Матрицы линейных операторов в различных базисах. Линейные операторы простой структуры. Базисы, состоящие из собственных векторов. Инвариантные подпространства линейного оператора. Блочные матрицы. Понятие о клетке Жордана. Теорема о приведении матрицы оператора к жордановой нормальной форме. Её единственность. Определение базиса, в котором матрица линейного оператора имеет жорданову нормальную форму.

Интерактивная форма: мозговой штурм – решение задач.

Основные виды линейных операторов в евклидовых и унитарных векторных пространствах. Билинейные формы и скалярные произведения. Евклидовы векторные пространства. Связь между линейными операторами и билинейными формами в евклидовом векторном пространстве. Линейные операторы в пространствах со скалярным произведением. Сопряжённые и самосопряжённые линейные операторы. Нормальные операторы. Спектр самосопряженного оператора. Унитарные операторы. Спектр унитарного оператора. Проекторы и ортопроекторы. Оператор дифференцирования как пример линейного оператора в бесконечномерном пространстве, его свойства.

Интерактивные формы: дискуссия о роли операторов различных видов, групповое интерактивное задание.

3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов является особой формой организации учебного процесса, представляющая собой планируемую, познавательно, организационно и методически направляемую деятельность студентов, ориентированную на достижение конкретного результата, осуществляемую без прямой помощи преподавателя. Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям и экзамену. Она предусматривает, как правило, разработку рефератов, написание докладов, выполнение творческих, индивидуальных заданий в соответствии с учебной программой (тематическим планом изучения дисциплины). Тема для такого выступления может быть предложена преподавателем или избрана самим студентом, но материал выступления не должен дублировать лекционный материал. Реферативный материал служит дополнительной информацией для работы на практических занятиях. Основная цель данного вида работы состоит в обучении студентов методам самостоятельной работы с учебным материалом. Для полноты усвоения тем, вынесенных в практические занятия, требуется работа с первоисточниками. Курс предусматривает самостоятельную работу студентов со специальной литературой. Следует отметить, что самостоятельная работа студентов результативна лишь тогда, когда она выполняется систематически, планомерно и целенаправленно.

Задания для самостоятельной работы предусматривают использование необходимых терминов и понятий по проблематике курса. Они нацеливают на

практическую работу по применению изучаемого материала, поиск библиографического материала и электронных источников информации, иллюстративных материалов. Задания по самостоятельной работе даются по темам, которые требуют дополнительной проработки.

Общий объем самостоятельной работы студентов по дисциплине включает аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу студентов в течение семестра.

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется в форме выполнения тестовых заданий, кейс-задач, письменных проверочных работ по дисциплине. Аудиторная самостоятельная работа обеспечена базой тестовых материалов, кейс-задач по разделам дисциплины.

Внеаудиторная самостоятельная работа осуществляется в формах:
- подготовки к устным докладам;
- решение задач (домашних заданий) по изучаемым темам;
- выполнение групповых интерактивных заданий.

ОС-1 Тест

Множество	**R** вещественных чисел *x, y*	**R**^{2} двумерных векторов $x=(x_1,x_2)$, $y=(y_1,y_2)$	$S_{\text{огр}}(\mathbf{R})$ **ограниченных** последовательностей действительных чисел $x=(x_1,x_2,...,x_n,...)$, $y=(y_1,y_2,...,y_n,...)$	$F([a;b],\mathbf{R})$ всевозможных функций $x(t):[a;b]\to R$, $y(t):[a;b]\to R$	***M*** всевозможных «слов» *x, y* в латинском алфавите
Функция $\rho(x,y)=$ …	$arctg\lvert x-y\rvert$	$\sin^2(x_1-y_1)+$ $+\cos^2(x_2-y_2)$	$\max\limits_{i\in N}\lvert x_i-y_i\rvert$	$\sqrt{\int_a^b (x(t)-y(t))^2\,dt}$	Количество несовпадающих символов, стоящих в *x, y* на одинаковых местах
Заключение:					
Функция ρ является метрикой на данном множестве					
Функция ρ не задает метрику на данном множестве, так как определена не для всех пар (*x, y*)					
Функция ρ не задает метрику на данном множестве, так как не является неотрицательной					

Функция ρ не задает метрику на данном множестве, так как не является невырожденной					
Функция ρ не задает метрику на данном множестве, так как не обладает свойством симметрии					
Функция ρ не задает метрику на данном множестве, так как не удовлетворяет неравенству треугольника					

ОС-2. Темы докладов

1. Предел последовательности в метрическом пространстве: единственность предела, ограниченность сходящейся последовательности.
2. Теорема об объединении и пересечении замкнутых множеств, открытых множеств в метрическом пространстве.
3. Фундаментальные последовательности. Ограниченность фундаментальной последовательности. Фундаментальность сходящейся последовательности.
4. Теоремы о свойствах полных метрических пространств.
5. Теоремы о свойствах компактных метрических пространств.
6. Равносильность определений непрерывного отображения.
7. Сохранение компактности при непрерывном отображении.
8. Непрерывность сжимающего отображения. Существование не более чем одной неподвижной точки у сжимающего отображения.
9. Принцип сжимающих отображений (существование хотя бы одной неподвижной точки у сжимающего отображения).
10. Сходимость ряда точек банахова пространства и сходимость ряда норм точек.
11. Неравенство Коши-Буняковского в пространстве со скалярным произведением.
12. Разложение в ряд Фурье по ортонормированной системе. Неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля.

ОС-3. Самостоятельная работа

1. Построить ортонормированные базисы пространств, натянутых на векторы:

a1 (1, 2, 2, -1); a2 (1, 1, -5, 3); a3 (3, 2, 8, -7). Найти ортогональное дополнение данного пространства до базиса пространства R4.

2. Выяснить, является ли данный оператор линейным. Если это возможно, найти его матрицу, ядро, образ, ранг, дефект, собственные значения и множество собственных векторов; если возможно привести матрицу этого оператора к диагональному виду и указать соответствующий базис:

а) $A(x1, x2, x3) = (x1 + x2 + x3, x1 + x2 - x3, x1 - x2 + x3)$
б) $A(x1, x2, x3) = (x1 + x2, x1 - x3, 2x1x2)$

ОС-4. Самостоятельная работа

Убедитесь в том, что оператор $A(x1, x2, x3) = (2x1 + x2 + 2x3, 2x1 + x2, 2x3)$ является линейным, и составьте его матрицу. Укажите все различные корневые подпространства данного оператора. Приведите матрицу оператора к жордановой нормальной форме. Укажите соответствующий базис и матрицу перехода. Убедитесь в правильности построения ЖНФ путём непосредственной проверки с помощью матрицы перехода.

ОС-5. Темы рефератов и сообщений

Студенты разбиваются на микрогруппы по 2-3 человека в зависимости от количества студентов в группе, и получают задание разработать план-конспект сообщения по заданной теме. Провести выступление с сообщением.

1. Спектральная теорема и ее приложения.
2. Решение матричных уравнений с помощью перехода к жордановой нормальной форме.
3. Инвариантные множители и элементарные делители матриц линейных операторов.
4. Собственные и присоединенные элементы линейных операторов (в конечномерных и бесконечномерных пространствах).
5. Симметрические операторы и их свойства (сравнение конечномерного и бесконечномерного случаев).
6. Изометрические операторы и их свойства (сравнение конечномерного и бесконечномерного случаев).
7. Нормальные операторы и их свойства (сравнение конечномерного и бесконечномерного случаев).
8. Положительные операторы и их свойства (сравнение конечномерного и бесконечномерного случаев).

Перечень учебно-методических изданий кафедры по вопросам организации самостоятельной работы обучающихся

Глухова Н.В. Линейные операторы: учебно-методическое пособие для подготовки магистров и бакалавров направления подготовки «Педагогическое образование» физико-математического профиля – Ульяновск. УлГПУ им. И.Н. Ульянова. 2017 – 35 с.

4. Примерные оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Организация и проведение аттестации студента

ФГОС ВО в соответствии с принципами Болонского процесса ориентированы преимущественно не на сообщение обучающемуся комплекса теоретических знаний, но на выработку у бакалавра компетенций – динамического набора знаний, умений, навыков и личностных качеств, которые позволят выпускнику стать конкурентоспособным на рынке труда и успешно профессионально реализовываться.

В процессе оценки бакалавров необходимо используются как традиционные, так и инновационные типы, виды и формы контроля. При этом постепенно традиционные средства совершенствуются в русле компетентностного подхода, а инновационные средства адаптированы для повсеместного применения в российской вузовской практике.

Цель проведения аттестации – проверка освоения образовательной программы дисциплины-практикума через сформированность образовательных результатов.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины; помогает оценить крупные совокупности знаний и умений, формирование определенных компетенций.

Оценочными средствами текущего оценивания являются: доклад, тесты по теоретическим вопросам дисциплины, защита практических работ и т.п. Контроль усвоения материала ведется регулярно в течение всего семестра на практических (семинарских, лабораторных) занятиях.

№ п/п	**СРЕДСТВА ОЦЕНИВАНИЯ,** используемые для текущего оценивания показателя формирования компетенции	Образовательные результаты дисциплины
	Оценочные средства для текущей аттестации ОС-1 Тест ОС-2. Темы докладов ОС-3. Самостоятельная работа ОС-4. Самостоятельная работа ОС-5. Темы рефератов и сообщений	ОР-1. Знает основные понятия дисциплины, определения, содержательное значение терминов и их взаимосвязь, алгоритмы доказательств и решения задач. ОР-2. Решает задачи по дисциплине, умеет проводить доказательства, классифицировать и систематизировать основные изучаемые объекты, строить логически верные рассуждения. ОР-3. Знает возможности применения полученных сведений к решению задач школьного курса математики, а также в смежных научных областях ОР-4. умеет решать задачи школьного курса математики повышенной сложности, решать и составлять прикладные задачи по дисциплине
	Оценочные средства для промежуточной аттестации **зачет (экзамен)** 5 семестр ОС-6 Экзамен в форме устного собеседования	

Описание оценочных средств и необходимого оборудования (демонстрационного материала), а так же процедуры и критерии оценивания индикаторов достижения компетенций на различных этапах их формирования в процессе освоения образовательной программы представлены в Фонде оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

Материалы для организации текущей аттестации представлены в п.5 программы.

ОС-6. Экзамен.

1. Понятие метрического пространства. Важнейшие примеры метрических пространств.
2. Сходимость последовательности точек в метрическом пространстве. Единственность предела. Сходимость и ограниченность. Сходимость в важнейших метрических пространствах.

3. Внутренние точки, точки прикосновения, предельные точки, изолированные точки, граничные точки множества в метрическом пространстве. Внутренность, замыкание, производное множество, граница множества в метрическом пространстве. Открытые, замкнутые, совершенные множества. Всюду плотные множества. Сепарабельные метрические пространства.
4. Строение открытых, замкнутых, совершенных множеств в пространстве действительных чисел.
5. Фундаментальные последовательности точек метрического пространства. Сходимость и фундаментальность. Полные метрические пространства. Пополнение метрического пространства. Примеры.
6. Компактные метрические пространства. Компактные множества в метрических пространствах. Необходимые условия компактности множества в метрическом пространстве. Достаточные условия компактности множества в полном метрическом пространстве. Компакты в пространствах R^n.
7. Связные метрические пространства. Связные множества в метрических пространствах. Связные множества в пространстве действительных чисел.
8. Непрерывные отображения метрических пространств. Равномерно непрерывные отображения. Сохранение компактности и связности при непрерывных отображениях.
9. Ограниченные отображения метрических пространств. Непрерывность и ограниченность. Линейные отображения (линейные операторы), норма линейного оператора.
10. Сжимающие отображения метрических пространств. Непрерывность сжимающего отображения.
11. Неподвижные точки отображения метрического пространства в себя. Принцип сжимающих отображений (теорема Банаха).
12. Понятие нормированного пространства. Метрика в нормированном пространстве. Банаховы пространства. Примеры.
13. Линейная оболочка и замкнутая линейная оболочка множества в нормированном пространстве. Линейные многообразия, подпространства. Примеры.
14. Ряды в нормированных пространствах. Необходимое условие сходимости. Сходимость и абсолютная сходимость.
15. Базис нормированного пространства. Размерность нормированного пространства. Сепарабельные нормированные пространства. Примеры.
16. Понятие пространства со скалярным произведением. Неравенство Коши-Буняковского. Норма и метрика в пространстве со скалярным произведением. Гильбертовы пространства. Примеры.
17. Ортогональные векторы в гильбертовом пространстве, ортогональное дополнение множества, проекция на подпространство и расстояние до подпространства. Теорема Пифагора. Ряд Фурье по ортогональной системе векторов. Неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля.
18. Ортогональные и ортонормированные базисы в гильбертовом пространстве. Изоморфизм счетномерных гильбертовых пространств.
19. Векторные пространства и подпространства. Арифметическое n-мерное векторное пространство. Линейные комбинации и линейные оболочки.
20. Базис и размерность векторного пространства. Координаты векторов в базисе. Размерность векторного пространства. Связь между размерностью пространств и подпространств. Дополнение базиса подпространства до базиса пространства.
21. Суммы и пересечения векторных пространств. Прямая сумма подпространств.
22. Изоморфизмы векторных пространств.
23. Линейные и нелинейные операторы. Примеры. Матричная форма линейного оператора в конечномерном пространстве.
24. Собственные векторы и спектры линейных операторов.

25. Матрица перехода от одного базиса к другому. Матрицы линейных операторов в различных базисах.
26. Теорема о независимости характеристического многочлена от выбора базиса.
27. Теорема о линейной независимости собственных векторов, отвечающих попарно различным собственным значениям.
28. Линейные операторы с простым спектром.
29. Ядро и образ, ранг и дефект линейного оператора
30. Инвариантные подпространства линейного оператора.
31. Сужения линейных операторов на подпространства.
32. Алгебраические и геометрические кратности собственных значений. Теорема о связи между ними.
33. Критерий диагонализируемости матрицы линейного оператора.
34. Блочные (клеточные) матрицы и операции над ними.
35. Клетка Жордана.
36. Присоединённые (корневые) векторы. Высота присоединённого вектора.
37. Собственные и корневые подпространства.
38. Разложение пространства в прямую сумму корневых подпространств.
39. Нормальная жорданова форма линейного оператора. Алгоритм приведения матрицы оператора к Жордановой нормальной форме.
40. Функции от матриц и операторов.
41. Скалярные произведения в действительном случае. Нормы векторов, ортогональные и ортонормированные базисы. Ортогональное дополнение
42. Комплексные пространства со скалярным произведением (унитарные пространства).
43. Сопряжённые операторы и их свойства
44. Нормальные операторы и их простейшие свойства
45. Симметрические, кососимметрические и эрмитовы операторы и матрицы. Свойства.
46. Положительно определённые операторы.
47. Ортогональные и унитарные операторы.
48. Проекторы и ортопроекторы..

Примерные практические задания к экзаменам

Критерии оценивания знаний обучающихся по дисциплине

Формирование балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся

		Посещение лекций	Посещение практических занятий	Работа на практических занятиях	Экзамен
5 семестр	Разбалловка по видам работ	9 х 1=9 баллов	15 х 1=15 баллов	212 баллов	64 балла
	Суммарный макс. балл	9 баллов max	24 балла max	236 баллов max	300 баллов max

Критерии оценивания работы обучающегося по итогам семестра

Оценка	**Баллы (3 ЗЕ)**
«отлично»	271-300
«хорошо»	211-270
«удовлетворительно»	151-210
«неудовлетворительно»	150 и менее

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное изучение курса требует от обучающихся посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Запись **лекции** – одна из форм активной самостоятельной работы обучающихся, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. В конце лекции преподаватель оставляет время (5 минут) для того, чтобы обучающиеся имели возможность задать уточняющие вопросы по изучаемому материалу. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удается осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу студентов, рекомендуя ту или иную литературу. Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией.

Подготовка к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям студент должен изучить теоретический материал по теме занятия (использовать конспект лекций, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, при необходимости дополнить конспект, делая в нем соответствующие записи из литературных источников). В случае затруднений, возникающих при освоении теоретического материала, студенту следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

В начале практического занятия преподаватель знакомит студентов с темой, оглашает план проведения занятия, выдает задания. В течение отведенного времени на выполнение работы студент может обратиться к преподавателю за консультацией или разъяснениями. В конце занятия проводится прием выполненных заданий, собеседование со студентом.

Результаты выполнения практических зданий оцениваются в баллах, в соответствии с балльно-рейтинговой системой университета.

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, Интернет-ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

Основная литература

1. Колмогоров, А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа : учебник : / А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин. – 7-е изд. – Москва : Физматлит, 2012. – 573 с. – ISBN 978-5-9221-0266-7. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82563 Колмогоров,
2. Треногин, В.А. Функциональный анализ : учебник / В.А. Треногин. – 3-е изд., испр. – Москва : Физматлит, 2002. – 488 с. – ISBN 5-9221-0272-9. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82613

Дополнительная литература

1. Золотарев М. Л., Федоров И. А. Теория линейных операторов в гильбертовом пространстве: учебное пособие. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2014. – 116 с. URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=278960
2. Ильин В. А. , Позняк Э. Г. Основы математического анализа: учебник, Ч. 2 . – М.: Физматлит, 2009. –464 с. URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=83225

Треногин, В.А. Задачи и упражнения по функциональному анализу : учебное пособие / В.А. Треногин, Б.М. Писаревский, Т.С. Соболева. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва :

Физматлит, 2005. – 240 с. – ISBN 5-9221-0271-0 URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82612

Интернет-ресурсы

1. Мир математических уравнений. http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library.htm
2. Softline. http://exponenta.ru/
3. Популярные лекции по математике. http://ilib.mccme.ru/plm
4. Школьникам, студентам, аспирантам. http://ph4s.ru/
5. Прикладная математика. http://primat.org
6. Учебно-методическая литература для студентов. http://studfiles.ru/
7. Сайт издательства «Венец» УЛГТУ. http://venec.ulstu.ru/lib/
8. МГТУ ГА. http://vm.mstuca.ru/posobia/posobia.htm
9. Единое окно доступа к образовательным ресурсам. http://window.edu.ru/