

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ У.Д. АЛИЕВА»

Физико-математический факультет



Р.А. Бостанов

«04» июля 2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Функциональный анализ

(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки:

44.04.01 Педагогическое образование

(шифр, название направления)

Направленность (профиль) программы:

Математическое образование

Квалификация выпускника

магистр

Форма обучения

Заочная, очно – заочная

Год начала подготовки - 2022

(по учебному плану)

Карачаевск, 2023

Составитель: канд. физ.- мат. наук, доцент кафедры математического анализа
Мамчурев А.М.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 44.04.01 Педагогическое образование, направленность (профиль) программы: «Математическое образование», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.02.2018, № 126, учебным планом, основной профессиональной образовательной программой высшего образования по направлению подготовки 44.04.01 Педагогическое образование, направленность (профиль) программы: «Математическое образование», локальными актами КЧГУ.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры математического анализа на 2023-2024 уч. год.

Протокол № 10 от 30.06. 2023 г.

Заведующий кафедрой, канд. физ.-мат. наук, доцент



Лайпанова З.М.

Содержание

1. Наименование дисциплины (модуля):	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	4
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	5
4. 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.....	6
5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	7
5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах) ..	7
5.2. Тематика и краткое содержание лабораторных занятий.....	9
5.3. Примерная тематика курсовых работ	9
6. Образовательные технологии	9
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	11
7.1. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций.....	11
7.2. Типовые контрольные задания или иные учебно-методические материалы, необходимые для оценивания степени сформированности компетенций в процессе освоения учебной дисциплины	15
7.2.1. Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям.....	15
7.2.2. Примерные вопросы к итоговой аттестации (зачет).....	16
7.2.3. Тестовые задания для проверки знаний студентов.....	17
7.2.4. Балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся	22
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля). Информационное обеспечение образовательного процесса.....	24
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	25
10. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля)	25
10.1. Общесистемные требования	25
10.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины	26
10.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения.	26
10.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы	27
11. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.....	27
12. Лист регистрации изменений.....	28

1. Наименование дисциплины (модуля):

Функциональный анализ

Целью изучения дисциплины является

- теоретическое и практическое освоение обучающимися избранных глав и разделов функционального анализа;
- освоения основных методов функционального анализа, применяемых в решении профессиональных задач и научно-исследовательской деятельности.

Для достижения цели ставятся задачи:

- формирование представлений об основных понятиях и методах функционального анализа;
- сформировать умения доказывать теоремы функционального анализа;
- знать теорию метрических и нормированных пространств, теорию линейных операторов, линейных функционалов, элементы теории обобщенных функций, элементы спектральной теории операторов, применения функционального анализа в вариационном исчислении и теории интегральных уравнений;
- знать принцип сжатых отображений и с умением применять его для решения различных задач;
- выработать умения использовать теорию линейных функционалов и операторов, решать простейшие интегральные уравнения второго рода;
- показать связи функционального анализа с другими дисциплинами;
- освоение компетенций в области функционального анализа.

Цели и задачи дисциплины определены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.04.01 Педагогическое образование; направленность (профиль): Математическое образование; (квалификация – «магистр»).

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Функциональный анализ» (Б1.В.ДВ.01.01) относится к части формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1.

Дисциплина (модуль) изучается на 1 курсе в 1 семестре.

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО	
Индекс	Б1.В.ДВ.01.01
Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
Учебная дисциплина «Функциональный анализ» опирается на входные знания, умения и компетенции, полученные по дисциплинам: «Математический анализ», «Алгебра и геометрия», «Дифференциальные уравнения» в объёме вузовской программы бакалавриата.	
Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
Изучение дисциплины «Функциональный анализ» необходимо для успешного освоения дисциплин и практик, формирующих компетенции УК-1, УК-3.	

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины «Функциональный анализ» направлен на формирование следующих компетенций обучающегося:

Код компетенций	Содержание компетенции в соответствии с ФГОС ВО/ ПООП/ ООП	Индикаторы достижения компетенций	Декомпозиция компетенций (результаты обучения) в соответствии с установленными индикаторами
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<p>УК.М-1.1 анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними</p> <p>УК.М-1.2 определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению</p> <p>УК.М-1.3 критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников</p> <p>УК.М-1.4 разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов</p> <p>УК.М-1.5 строит сценарии реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы предметной области: знать основные методы функционального анализа, применяемые для решения типовых задач; - знать методы, идеи и принципы функционального анализа, применяемых для решения творческих (исследовательских) задач. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - решать задачи предметной области: выбирать метод и алгоритм для решения конкретной типовой задачи; - демонстрировать различные методы решения задачи и выбирать оптимальные методы имеющие применение в функциональном анализе и других смежных дисциплинах. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основными терминами, понятиями, определениями разделов функционального анализа; - основными математическим языком предметной области: корректно представлять знания в математической форме; - математическим языком предметной области: записывать результаты проведенных исследований в терминах предметной области.

УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	<p>УК.М-3.1 вырабатывает стратегию командной работы и на ее основе организует отбор членов команды для достижения поставленной цели</p> <p>УК.М-3.2 организует и корректирует работу команды, в том числе на основе коллегиальных решений</p> <p>УК.М-3.3 разрешает конфликты и противоречия при деловом общении на основе учета интересов всех сторон; создает рабочую атмосферу, позитивный эмоциональный климат в команде</p> <p>УК.М-3.4 предлагает план и организует обучение членов команды и обсуждение результатов работы, в т.ч. в рамках дискуссии с привлечением оппонентов</p> <p>УК.М-3.5 делегирует полномочия членам команды и распределяет поручения, дает обратную связь по результатам, принимает ответственность за общий результат</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современный математический аппарат функционального анализа, границы и возможности его применения в исследовательской деятельности и решении научно-практических задач; - принцип сжатых отображений и применять для решения различных задач прикладной направленности. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понимать и применять математический аппарат функционального анализа в исследовательской и прикладной деятельности; - показать связи функционального анализа с математическим анализом и другими дисциплинами. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современным математическим аппаратом функционального анализа и навыками применения и совершенствования в исследовательской и прикладной деятельности.
-------------	--	--	---

4. 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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины (модуля) составляет 2 ЗЕТ, 72 академических часов.

Объём дисциплины	Всего часов	
	для очной формы обучения	для заочной формы обучения
Общая трудоемкость дисциплины		72
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) * (всего)		8
Аудиторная работа (всего):		8
в том числе:		

лекции		-
семинары, практические занятия		8
практикумы	Не предусмотрено	Не предусмотрено
лабораторные работы	Не предусмотрено	Не предусмотрено
Внеаудиторная работа:		
консультация перед зачетом		
Внеаудиторная работа также включает индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, групповые, индивидуальные консультации и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, творческую работу (эссе), рефераты, контрольные работы и др.		
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		60
Контроль самостоятельной работы		4
Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)		зачет

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

5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

Для заочной формы

№ п/п	Раздел, тема дисциплины	Общая трудоемкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля	
			Всего	Аудиторные уч. занятия		Конт роль	Сам. раб ота		Планируемые результаты обучения
				Лек.	Пр.				
	<i>Раздел 1. Основные элементы и структуры функционального анализа</i>	35		4	1	32			
1.	Основные понятия функционального анализа. Метрика и норма. Их вычисление. /Ср/	7			1	6	УК-1, УК-3	Реферат	
2.	Метрические, нормированные и топологические пространства. /Ср/	4				4	УК-1, УК-3	Типовые расчеты, тесты	
4.	Неравенства Гельдера и Минковского. Некоторые метрические пространства последовательностей. Всяду плотные множества в метрических пространствах. /Ср/	6				6	УК-1, УК-3	Творческое задание	

7.	Метрические пространства. Примеры. Множества точек. Сходимость. Открытые и замкнутые множества. Примеры. Решение задач. <i>/Пз/</i>	2		2			УК-1, УК-3	Типовые расчеты, тесты
8.	Полные метрические пространства. Примеры. Пополнение метрических пространств. Банаховы пространства. Примеры банаховых пространств. <i>/Ср/</i>	6				6	УК-1, УК-3	Реферат
10.	Банаховы пространства. Примеры. Скалярное произведение. Аксиомы. Свойства. Примеры. <i>/Ср/</i>	6				6	УК-1, УК-3	Реферат
12.	Принцип сжимающих отображений и его обобщения. Применения их к решению уравнений, систем линейных уравнений. <i>/Пз/</i>	2		2			УК-1, УК-3	Типовые расчеты
16.	Пополнение метрических пространств. Пополнение нормированных пространств. Изоморфизм, изометрия и вложение нормированных и банаховых пространств. <i>/Ср/</i>	4				4	УК-1, УК-3	Типовые расчеты, тесты
	<i>Раздел 2. Линейные операторы и линейные функционалы</i>	35	-	4	3	28		
18.	Линейные операторы. Непрерывность и ограниченность. Операторы в нормированных и банаховых пространствах. Норма оператора. Пространство линейных операторов. <i>/Ср/</i>	7			1	6	УК-1, УК-3	Реферат
	Непрерывность и ограниченность операторов. Пространство линейных операторов. Норма оператора. Сильная и равномерная сходимость линейных операторов. Теорема Банаха-Штейнгауза о сильной сходимости. Применения. <i>/Пз/</i>	2		2			УК-1, УК-3	Типовые расчеты, тесты
19.	Линейные функционалы. Непрерывность и ограниченность. Линейные функционалы в линейных нормированных и банаховых пространствах. Теорема Хана - Банаха о продолжении линейного непрерывного функционала, ее приложения. <i>/Ср/</i>	5			1	4	УК-1, УК-3	Доклад с презентацией
20.	Линейные функционалы. Непрерывность и ограниченность. Норма функционала. Линейные функционалы в линейных нормированных пространствах. <i>/Пз/</i>	3		2	1		УК-1, УК-3	Типовые расчеты, тесты
22.	Ряды линейных операторов в банаховом пространстве. Определение функций e^A , $\cos A$, $\sin A$ для линейных непрерывных	4				4	УК-1, УК-3	Сообщение

	операторов. /Ср/							
23.	Спектральный радиус. Его вычисление. Собственные значения и собственные векторы линейных операторов в конечномерных пространствах. /Ср/	6				6	УК-1, УК-3	Реферат
24.	Интегральный оператор Фредгольма. Интегральные уравнения Фредгольма. Задача на собственные значения. Спектр и резольвента оператора. Спектральный радиус. Его вычисление. /Ср/	4				4	УК-1, УК-3	Реферат
25.	Решение задачи Коши в банаховом пространстве. Собственные значения и собственные векторы линейных операторов. /Ср/	4				4	УК-1, УК-3	Реферат
	ИТОГО:	72	-	8	4	60		

5.2. Тематика и краткое содержание лабораторных занятий

Учебным планом не предусмотрены.

5.3. Примерная тематика курсовых работ

Учебным планом не предусмотрены.

6. Образовательные технологии

При проведении учебных занятий по дисциплине используются традиционные и инновационные, в том числе информационные образовательные технологии, включая при необходимости применение активных и интерактивных методов обучения.

Традиционные образовательные технологии реализуются, преимущественно, в процессе лекционных и практических занятий. Инновационные образовательные технологии используются в процессе аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов в виде применения активных и интерактивных методов обучения.

Информационные образовательные технологии реализуются в процессе использования электронно-библиотечных систем, электронных образовательных ресурсов и элементов электронного обучения в электронной информационно-образовательной среде для активизации учебного процесса и самостоятельной работы студентов.

Развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений и лидерских качеств при проведении учебных занятий.

Практические занятия относятся к интерактивным методам обучения и обладают значительными преимуществами по сравнению с традиционными методами обучения, главным недостатком которых является известная изначальная пассивность субъекта и объекта обучения.

Практические занятия могут проводиться в форме групповой дискуссии, «мозговой атаки», разборка кейсов, решения практических задач, анализа ситуации и др. Прежде, чем дать группе информацию, важно подготовить участников, активизировать их ментальные процессы, включить их внимание, развивать кооперацию и сотрудничество при принятии решений.

Методические рекомендации по проведению различных видов практических (семинарских) занятий.

1. Обсуждение в группах.

Групповое обсуждение какого-либо вопроса направлено на нахождение истины или достижение лучшего взаимопонимания, Групповые обсуждения способствуют лучшему усвоению изучаемого материала.

На первом этапе группового обсуждения перед обучающимися ставится проблема, выделяется определенное время, в течение которого обучающиеся должны подготовить аргументированный развернутый ответ.

Преподаватель может устанавливать определенные правила проведения группового обсуждения:

- задавать определенные рамки обсуждения (например, указать не менее 5... 10 ошибок);
- ввести алгоритм выработки общего мнения (решения);
- назначить модератора (ведущего), руководящего ходом группового обсуждения.

На втором этапе группового обсуждения вырабатывается групповое решение совместно с преподавателем (арбитром).

Разновидностью группового обсуждения является круглый стол, который проводится с целью поделиться проблемами, собственным видением вопроса, познакомиться с опытом, достижениями.

2. Публичная презентация проекта

Презентация – самый эффективный способ донесения важной информации как в разговоре «один на один», так и при публичных выступлениях. Слайд-презентации с использованием мультимедийного оборудования позволяют эффективно и наглядно представить содержание изучаемого материала, выделить и проиллюстрировать сообщение, которое несет поучительную информацию, показать ее ключевые содержательные пункты. Использование интерактивных элементов позволяет усилить эффективность публичных выступлений.

3. Дискуссия

Как интерактивный метод обучения означает исследование или разбор. Образовательной дискуссией называется целенаправленное, коллективное обсуждение конкретной проблемы (ситуации), сопровождающейся обменом идеями, опытом, суждениями, мнениями в составе группы обучающихся.

Как правило, дискуссия обычно проходит три стадии: ориентация, оценка и консолидация. Последовательное рассмотрение каждой стадии позволяет выделить следующие их особенности.

Стадия ориентации предполагает адаптацию участников дискуссии к самой проблеме, друг другу, что позволяет сформулировать проблему, цели дискуссии; установить правила, регламент дискуссии.

В стадии оценки происходит выступление участников дискуссии, их ответы на возникающие вопросы, сбор максимального объема идей (знаний), предложений, пресечение преподавателем (арбитром) личных амбиций отклонений от темы дискуссии.

Стадия консолидации заключается в анализе результатов дискуссии, согласовании мнений и позиций, совместном формулировании решений и их принятии.

В зависимости от целей и задач занятия, возможно, использовать следующие виды дискуссий: классические дебаты, экспресс-дискуссия, текстовая дискуссия, проблемная дискуссия, ролевая (ситуационная) дискуссия.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций

Уровни сформированности и компетенций	Индикаторы	Качественные критерии оценивания			
		2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
УК-1					
Базовый	Знать: - основы предметной области: знать основные методы функционального анализа, применяемые для решения типовых задач; - знать методы, идеи и принципы функционального анализа, применяемых для решения творческих (исследовательских) задач.	Не знает - основы предметной области: знать основные методы функционального анализа, применяемые для решения типовых задач; - знать методы, идеи и принципы функционального анализа, применяемых для решения творческих (исследовательских) задач.	В целом знает - основы предметной области: знать основные методы функционального анализа, применяемые для решения типовых задач; - знать методы, идеи и принципы функционального анализа, применяемых для решения творческих (исследовательских) задач.	Знает - основы предметной области: знать основные методы функционального анализа, применяемые для решения типовых задач; - знать методы, идеи и принципы функционального анализа, применяемых для решения творческих (исследовательских) задач.	
	Уметь: - решать задачи предметной области: выбирать метод и алгоритм для решения конкретной типовой задачи; - демонстрировать различные методы решения задачи и выбирать оптимальные методы имеющие применение в функциональном анализе и других смежных дисциплинах.	Не умеет - решать задачи предметной области: выбирать метод и алгоритм для решения конкретной типовой задачи; - демонстрировать различные методы решения задачи и выбирать оптимальные методы имеющие применение в функциональном анализе и других смежных дисциплинах.	В целом умеет - решать задачи предметной области: выбирать метод и алгоритм для решения конкретной типовой задачи; - демонстрировать различные методы решения задачи и выбирать оптимальные методы имеющие применение в функциональном анализе и других смежных дисциплинах.	Умеет - решать задачи предметной области: выбирать метод и алгоритм для решения конкретной типовой задачи; - демонстрировать различные методы решения задачи и выбирать оптимальные методы имеющие применение в функциональном анализе и других смежных дисциплинах.	

	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основными терминами, понятиями, определениями разделов функционального анализа; - основными математическим языком предметной области: корректно представлять знания в математической форме; - математическим языком предметной области: записывать результаты проведённых исследований в терминах предметной области. 	<p>Не владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - основными терминами, понятиями, определениями разделов функционального анализа; - основными математическим языком предметной области: корректно представлять знания в математической форме; - математическим языком предметной области: записывать результаты проведённых исследований в терминах предметной области. 	<p>В целом владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - основными терминами, понятиями, определениями разделов функционального анализа; - основными математическим языком предметной области: корректно представлять знания в математической форме; - математическим языком предметной области: записывать результаты проведённых исследований в терминах предметной области. 	<p>Владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - основными терминами, понятиями, определениями разделов функционального анализа; - основными математическим языком предметной области: корректно представлять знания в математической форме; - математическим языком предметной области: записывать результаты проведённых исследований в терминах предметной области. 	
Повышенный	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы предметной области: знать основные методы функционального анализа, применяемые для решения типовых задач; - знать методы, идеи и принципы функционального анализа, применяемых для решения творческих (исследовательских) задач. 				<p>В полном объеме знает</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы предметной области: знать основные методы функционального анализа, применяемые для решения типовых задач; - знать методы, идеи и принципы функционального анализа, применяемых для решения творческих (исследовательских) задач.
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - решать задачи предметной области: выбирать метод и алгоритм для решения конкретной типовой задачи; - демонстрировать различные методы решения задачи и выбирать оптимальные методы имеющие применение в функциональном анализе и других смежных дисциплинах. 				<p>В полном объеме умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - решать задачи предметной области: выбирать метод и алгоритм для решения конкретной типовой задачи; - демонстрировать различные методы решения задачи и выбирать оптимальные методы имеющие применение в функциональном анализе и других смежных дисциплинах.
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основными 				<p>В полном объеме владеет</p>

терминами, понятиями, определениями разделов функционального анализа;					- основными терминами, понятиями, определениями разделов функционального анализа;
- основными математическим языком предметной области: корректно представлять знания в математической форме;					- основными математическим языком предметной области: корректно представлять знания в математической форме;
- математическим языком предметной области: записывать результаты проведённых исследований в терминах предметной области.					- математическим языком предметной области: записывать результаты проведённых исследований в терминах предметной области.

УК-3

Базовый	Знать:	Не знает	В целом знает	Знает		
	- современный математический аппарат функционального анализа, границы и возможности его применения в исследовательской деятельности и решении научно-практических задач;	- современный математический аппарат функционального анализа, границы и возможности его применения в исследовательской деятельности и решении научно-практических задач;	- современный математический аппарат функционального анализа, границы и возможности его применения в исследовательской деятельности и решении научно-практических задач;	- современный математический аппарат функционального анализа, границы и возможности его применения в исследовательской деятельности и решении научно-практических задач;	- современный математический аппарат функционального анализа, границы и возможности его применения в исследовательской деятельности и решении научно-практических задач;	
	- принцип сжатых отображений и применять для решения различных задач прикладной направленности.	- принцип сжатых отображений и применять для решения различных задач прикладной направленности.	- принцип сжатых отображений и применять для решения различных задач прикладной направленности.	- принцип сжатых отображений и применять для решения различных задач прикладной направленности.	- принцип сжатых отображений и применять для решения различных задач прикладной направленности.	
Уметь:	Не умеет	В целом умеет	Умеет			
- понимать и применять математический аппарат функционального анализа в исследовательской и прикладной деятельности;	- понимать и применять математический аппарат функционального анализа в исследовательской и прикладной деятельности;	- понимать и применять математический аппарат функционального анализа в исследовательской и прикладной деятельности;	- понимать и применять математический аппарат функционального анализа в исследовательской и прикладной деятельности;	- понимать и применять математический аппарат функционального анализа в исследовательской и прикладной деятельности;		
- показать связи функционального анализа с математическим анализом и другими дисциплинами.	- показать связи функционального анализа с математическим анализом и другими дисциплинами.	- показать связи функционального анализа с математическим анализом и другими дисциплинами.	- показать связи функционального анализа с математическим анализом и другими дисциплинами.	- показать связи функционального анализа с математическим анализом и другими дисциплинами.		
Владеть:	Не владеет	В целом владеет	Владеет			
- современным математическим аппаратом функционального	- современным математическим аппаратом функционального	- современным математическим аппаратом функционального	- современным математическим аппаратом функционального	- современным математическим аппаратом функционального		

	анализа и навыками применения и совершенствования в исследовательской и прикладной деятельности.	анализа и навыками применения и совершенствования в исследовательской и прикладной деятельности.	анализа и навыками применения и совершенствования в исследовательской и прикладной деятельности.	анализа и навыками применения и совершенствования в исследовательской и прикладной деятельности.	
Повышенный	Знать: - современный математический аппарат функционального анализа, границы и возможности его применения в исследовательской деятельности и решении научно-практических задач; - принцип сжатых отображений и применять для решения различных задач прикладной направленности.				В полном объеме знает - современный математический аппарат функционального анализа, границы и возможности его применения в исследовательской деятельности и решении научно-практических задач; - принцип сжатых отображений и применять для решения различных задач прикладной направленности.
	Уметь: - понимать и применять математический аппарат функционального анализа в исследовательской и прикладной деятельности; - показать связи функционального анализа с математическим анализом и другими дисциплинами.				В полном объеме умеет - понимать и применять математический аппарат функционального анализа в исследовательской и прикладной деятельности; - показать связи функционального анализа с математическим анализом и другими дисциплинами.
	Владеть: - современным математическим аппаратом функционального анализа и навыками применения и совершенствования в исследовательской и прикладной деятельности.				В полном объеме владеет - современным математическим аппаратом функционального анализа и навыками применения и совершенствования в исследовательской и прикладной деятельности.

7.2. Типовые контрольные задания или иные учебно-методические материалы, необходимые для оценивания степени сформированности компетенций в процессе освоения учебной дисциплины

7.2.1. Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям

Раздел 1. Основные элементы и структуры функционального анализа

1. Конечномерные и бесконечномерные линейные пространства.
2. Метрические пространства. Метрика. Примеры.
3. Норма. Линейные нормированные пространства. Аксиомы нормы. Примеры.
4. Неравенства Коши-Буняковского, Минковского, Гельдера.
5. Ряды в нормированных и банаховых пространствах.
6. Евклидовы пространства. Примеры. Теорема Рисса-Фишера.
7. Скалярное произведение. Аксиомы. Свойства. Примеры пространств со скалярным произведением.
8. Банаховы пространства. Фундаментальные последовательности. Примеры. Полные метрические пространства. Примеры.
9. Пополнение метрических пространств. Пополнение нормированных пространств. Изоморфизм, изометрия и вложение нормированных и банаховых пространств.
10. Гильбертовы пространства. Неравенство Бесселя. Полные ортогональные системы.
11. Принцип сжимающих отображений и его применения. Приближенное решение уравнений. Метод последовательных приближений для системы линейных алгебраических уравнений.
12. Топологические пространства, основные определения. Сравнение топологий. Сепарабельные топологические пространства, основные определения.
13. Изоморфизм, изометрия и вложение нормированных и банаховых пространств.
14. Множества точек. Сходимость, открытые и замкнутые множества в метрических пространствах.
15. Ряды Фурье в гильбертовом пространстве. Теорема Рисса-Фишера.

Раздел 2. Линейные непрерывные операторы. Линейные непрерывные функционалы.

1. Линейные операторы. Непрерывность и ограниченность. Операторы в нормированных пространствах.
2. Линейные операторы в различных пространствах. Интегральные и дифференциальные операторы.
3. Пространство линейных операторов. Норма оператора. Теорема Банаха-Штейнхауса.
4. Сопряженные и самосопряженные операторы.
5. Компактные и бикомпактные множества.
6. Теорема Банаха-Штейнгауза о сильной сходимости. Применения.
7. Линейные уравнения. Приближенные решения.
8. Линейные функционалы. Непрерывность и ограниченность. Линейные функционалы в линейных нормированных пространствах.
9. Теорема Хана-Банаха. Общий вид линейных функционалов в некоторых функциональных пространствах и в гильбертовом пространстве.
10. Теорема Рисса. Непрерывные линейные функционалы в линейных нормированных пространствах. Норма функционала.
11. Слабая сходимость последовательности функционалов.
12. Собственные значения и собственные векторы линейных операторов в конечномерных пространствах. Собственные значения и собственные векторы линейных операторов.
13. Интегральный оператор Фредгольма. Задача на собственные значения.

14. Спектр и резольвента оператора. Спектральный радиус.
15. Вполне непрерывные операторы. Их свойства. Вполне непрерывность интегрального оператора в пространстве $C[a,b]$. Спектр вполне непрерывного оператора.
16. Решение задачи Коши в банаховом пространстве. Обратный оператор, условия его существования.
17. Интегральные уравнения Фредгольма.
18. Линейные уравнения 2-го рода.

Критерии оценки доклада, сообщения, реферата:

Отметка «отлично» за письменную работу, реферат, сообщение ставится, если изложенный в докладе материал:

- отличается глубиной и содержательностью, соответствует заявленной теме;
- четко структурирован, с выделением основных моментов;
- доклад сделан кратко, четко, с выделением основных данных;
- на вопросы по теме доклада получены полные исчерпывающие ответы.

Отметка «хорошо» ставится, если изложенный в докладе материал:

- характеризуется достаточным содержательным уровнем, но отличается недостаточной структурированностью;

- доклад длинный, не вполне четкий;

- на вопросы по теме доклада получены полные исчерпывающие ответы только после наводящих вопросов, или не на все вопросы.

Отметка «удовлетворительно» ставится, если изложенный в докладе материал:

- не достаточно раскрыт, носит фрагментарный характер, слабо структурирован;
- докладчик слабо ориентируется в излагаемом материале;

- на вопросы по теме доклада не были получены ответы или они не были правильными.

Отметка «неудовлетворительно» ставится, если:

- доклад не сделан;

- докладчик не ориентируется в излагаемом материале;

- на вопросы по выполненной работе не были получены ответы или они не были правильными.

7.2.2. Примерные вопросы к итоговой аттестации (зачет)

1. Основные понятия функционального анализа. Метрика и норма. Их вычисление.
2. Метрические, нормированные и топологические пространства.
3. Норма. Линейные нормированные пространства. Аксиомы нормы. Примеры. Свойства нормированных пространств. Подпространства. Эквивалентность норм. Примеры.
4. Неравенства Гельдера и Минковского. Некоторые метрические пространства последовательностей. Всюду плотные множества в метрических пространствах.
5. Метрические пространства. Примеры. Множества точек. Сходимость. Открытые и замкнутые множества. Примеры.
6. Полные метрические пространства. Примеры. Банаховы пространства. Примеры.
7. Непрерывные отображения метрических пространств. Примеры.
8. Принцип сжимающих отображений и его применения. Приближенное решение уравнений. Примеры.
9. Пополнение метрических пространств. Пополнение нормированных пространств. Изоморфизм, изометрия и вложение нормированных и банаховых пространств. Примеры.
10. Линейные операторы. Непрерывность и ограниченность. Операторы в нормированных и банаховых пространствах. Норма оператора. Пространство линейных операторов.

11. Непрерывность и ограниченность операторов. Пространство линейных операторов. Норма оператора. Сильная и равномерная сходимости линейных операторов. Теорема Банаха-Штейнгауза о сильной сходимости. Применения

12. Линейные функционалы. Непрерывность и ограниченность. Линейные функционалы в линейных нормированных и банаховых пространствах. Теорема Хана - Банаха о продолжении линейного непрерывного функционала, ее приложения.

13. Линейные функционалы. Непрерывность и ограниченность. Норма функционала. Линейные функционалы в линейных нормированных пространствах.

14. Ряды линейных операторов в банаховом пространстве. Определение функций e^A , $\cos A$, $\sin A$ для линейных непрерывных операторов.

15. Спектральный радиус. Его вычисление. Собственные значения и собственные векторы линейных операторов в конечномерных пространствах.

16. Интегральный оператор Фредгольма. Интегральные уравнения Фредгольма. Задача на собственные значения. Спектр и резольвента оператора. Спектральный радиус. Его вычисление.

17. Решение задачи Коши в банаховом пространстве. Собственные значения и собственные векторы линейных операторов.

Критерии оценки устного ответа на вопросы по дисциплине «Функциональный анализ»:

✓ 5 баллов - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

✓ 4 - балла - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

✓ 3 балла – фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

✓ 2 балла – незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

7.2.3. Тестовые задания для проверки знаний студентов

Тест I

Метрические и нормированные пространства.

1. Задание №1 (УК-1, УК-3) Линейное пространство бесконечномерно, если для каждого натурального n , в нем существует n элементов являющихся.....

Правильные варианты ответа: линейно независимыми; линейно независимые.

2. Задание №2 (УК-1, УК-3) Установить соответствие:

1. Евклидово пространство: R^n

$$a) \|x\| = \sqrt{\sum_{i=1}^n |\xi_i|^2}$$

2. Пространство всех числовых последовательностей: l_1

$$б) \|x\| = \sum_{i=1}^{\infty} |\xi_i|$$

3. Пространство ограниченных числовых последовательностей: m

$$в) \|x\| = \sup_i \{|\xi_i|\}$$

Правильные варианты ответа: 1-а, 2-б, 3-в.

3. Задание №3 (УК-1) В нормированном пространстве, расстояние между любыми двумя его элементами можно ввести по формуле:

$\rho(x, y) = \|x + y\|$ $\rho(x, y) = \|x \cdot y\|$ $\rho(x, y) = \|x - y\|$ $\rho(x, y) = \sqrt{\|x - y\|}$

4. Задание №4 (УК-1) Какие функции задают норму на числовой прямой:

x^2 $|x - 1|$ \sqrt{x} $\sqrt{|x|}$

5. Задание №5 (УК-1, УК-3) Функция на R , если она равна нулю вне некоторого отрезка.

Правильные варианты ответа: финитна; финитная

6. Задание №6 (УК-1) Отображение A метрического пространства X в себя, называется сжимающим, если

$\rho(Ax, Ay) \leq \alpha \rho(x, y); \forall x, y \in X; 0 < \alpha < 1.$

$\rho(Ax, Ay) = \alpha \rho(x, y); \forall x, y \in X; 0 < \alpha < 1.$

$\rho(x, y) \leq \alpha \rho(Ax, Ay); \forall x, y \in X; 0 < \alpha < 1.$

7. Задание №7 (УК-1, УК-3) Установите соответствие:

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1. Множество открытое | а) Состоит только из внутренних точек |
| 2. Множество замкнутое | б) Содержит все свои предельные точки |
| 3. Множество производное | в) Множество всех предельных точек |
| 4. Множество плотное в себе | г) Все точки множества есть предельные |

Правильные варианты ответа: 1 - а, 2 - б, 3 - в, 4 - г.

8. Задание №8 (УК-1) Последовательность функций $x_n(t) = t^n$, в пространстве $C_1[0,1]$, сходится к функции $\theta(t)$, равной:

1 0 $1/2$ $1/n$

9. Задание №9 (УК-1) Последовательность функций $x_n(t) = t^n$, в пространстве $C[0,1]$, сходится к функции $\theta(t)$, равной:

0 $n/n+1$ $1/n$ 1

10. Задание №10 (УК-1) Угол между элементами x, y вещественного гильбертова пространства вычисляется по формуле:

$$\square \sin \varphi = \frac{(x, y)}{\|x\| + \|y\|} \quad \square \cos \varphi = \frac{(x, y)}{\|x\| - \|y\|} \quad \checkmark \cos \varphi = \frac{(x, y)}{\|x\| \|y\|}$$

11. Задание №11 (УК-1) Установите соответствие:

1. Неравенство Гёльдера

$$\text{а) } \sum_{i=1}^{\infty} |\xi_i \eta_i| \leq \left(\sum_{i=1}^{\infty} |\xi_i|^p \right)^{1/p} \left(\sum_{i=1}^{\infty} |\eta_i|^q \right)^{1/q}, \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$$

2. Неравенство Минковского

$$\text{б) } \left(\sum_{i=1}^{\infty} |\xi_i + \eta_i|^p \right)^{1/p} \leq \left(\sum_{i=1}^{\infty} |\xi_i|^p \right)^{1/p} + \left(\sum_{i=1}^{\infty} |\eta_i|^p \right)^{1/p}, p \geq 1$$

$$\text{в) } \left(\sum_{i=1}^{\infty} |\xi_i + \eta_i|^p \right)^{1/p} \leq \left(\sum_{i=1}^{\infty} |\xi_i|^p \right)^{1/p} \left(\sum_{i=1}^{\infty} |\eta_i|^p \right)^{1/p}, p \geq 1$$

$$\text{г) } \left(\sum_{i=1}^{\infty} |\xi_i + \eta_i|^{p+q} \right)^{1/(p+q)} \leq \left(\sum_{i=1}^{\infty} |\xi_i|^p \right)^{1/p} + \left(\sum_{i=1}^{\infty} |\eta_i|^q \right)^{1/q}, \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$$

Правильные варианты ответа: 1 - а; 2 - б .

12. Задание №12 (УК-1, УК-3) Все нормы в пространстве R^n , задают метрики.

Правильные варианты ответа: эквивалентные; эквивалентная.

13. Задание №13 (УК-1, УК-3) Полным метрическим пространством является вещественная прямая с метрикой:

$$\square \rho(x, y) = |e^x - e^y| \quad \checkmark \rho(x, y) = |x^3 - y^3| \quad \square \rho(x, y) = |\arctg x - \arctg y|$$

14. Задание №14 (УК-1, УК-3) Функция $f(x)$ нормированная на $[a, b]$, если она удовлетворяет условию:

$$\square \int_a^b f^2(x) dx = 0 \quad \square \int_a^b f(x) dx = 1 \quad \square \left\{ \int_a^b |f(x)|^2 dx \right\}^{1/2} = 1 \quad \checkmark \int_a^b f^2(x) dx = 1$$

15. Задание №15 (УК-1, УК-3) Нормой функции $f(x) \in L_p$, называют число:

$$\checkmark \|f\| = \left\{ \int_a^b |f(x)|^p dx \right\}^{1/p} \quad \square \|f\| = \left\{ \int_a^b |f(x)|^p dx \right\}^p \quad \square \|f\| = \left\{ \int_a^b |f(x)| dx \right\}^{1/p}$$

$$\square \|f\| = \left\{ \int_a^b |f(x)| dx \right\}^p$$

Тест II

Операторы и функционалы

24. Задание № 24 (УК-1, УК-3) Дано интегральное уравнение: $y(t) = x(t) - \int_0^1 t\tau x(\tau) d\tau$.

Тогда $(A^{-1}y)(t)$, равен:

- $y(t) - \int_0^1 t\tau y(\tau) d\tau$ $y(t) - \frac{1}{2} \int_0^1 t\tau y(\tau) d\tau$ $y(t) + \frac{1}{2} \int_0^1 t\tau y(\tau) d\tau$ $y(t) + \frac{3}{2} \int_0^1 t\tau y(\tau) d\tau$

25. Задание №25 (УК-1, УК-3) Норма функционала $l(x) = \lim_{i \rightarrow \infty} \xi_i$, в пространстве c – сходящихся числовых последовательностей, равна:

- 0 1 $|\xi_i|$ $\sup_i |\xi_i|$

26. Задание №26 (УК-1, УК-3) Линейный оператор $A: X \rightarrow Y$, заданный на X и непрерывный в точке , непрерывен в любой точке $x_0 \in X$:

Правильные варианты ответа: ноль, нуль.

27. Задание №27 (УК-1, УК-3) Норма оператора $A: C[0,1] \rightarrow C[0,1]$, где $A = t^2 x(0)$, равна:

- 1 2 $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{2}$

28. Задание №28 (УК-1, УК-3) Оператор, переводящий каждый элемент пространства в себя, называется:

- нулевым сопряженным единичным обратным

29. Задание №29 (УК-1, УК-3) Спектральный радиус r , оператора A , равен:

- $\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{\|A^n\|}$ $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{\sqrt[n]{\|A^n\|}}$ $\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{\|A^n\|}$ $\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{\|A^{1/n}\|}$

30. Задание №30 (УК-1, УК-3) Спектр оператора $Ax(t) = tx(t)$, в пространстве $C[0,1]$, равен:

- 0 1 (0,1) [0,1]

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний

Ключи к тестовым заданиям.

Задания № вопроса в тесте	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		a		+		+	a				a				+
2		b					b	+			b		+		
3		b	+			+	b			+		+			
4				+			c		+					+	
Задания № вопроса в тесте	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1			a	+			+					+		+	
2			b		+					+					

3		+	6										+		+
4									+						

Шкала оценивания (за правильный ответ дается 1 балл)

«неудовлетворительно» – 50% и менее

«удовлетворительно» – 51-80%

«хорошо» – 81-90%

«отлично» – 91-100%

Критерии оценки тестового материала по дисциплине «Функциональный анализ»:

✓ 5 баллов - выставляется студенту, если выполнены все задания варианта, продемонстрировано знание фактического материала (базовых понятий, алгоритма, факта).

✓ 4 балла - работа выполнена вполне квалифицированно в необходимом объеме; имеются незначительные методические недочёты и дидактические ошибки. Продемонстрировано умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; понятен творческий уровень и аргументация собственной точки зрения

✓ 3 балла – продемонстрировано умение синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей в рамках определенного раздела дисциплины;

✓ 2 балла - работа выполнена на неудовлетворительном уровне; не в полном объеме, требует доработки и исправлений и исправлений более чем половины объема.

7.2.4. Балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся

Согласно Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся баллы выставляются в соответствующих графах журнала (см. «Журнал учета балльно-рейтинговых показателей студенческой группы») в следующем порядке:

«Посещение» - 2 балла за присутствие на занятии без замечаний со стороны преподавателя; 1 балл за опоздание или иное незначительное нарушение дисциплины; 0 баллов за пропуск одного занятия (вне зависимости от уважительности пропуска) или опоздание более чем на 15 минут или иное нарушение дисциплины.

«Активность» - от 0 до 5 баллов выставляется преподавателем за демонстрацию студентом знаний во время занятия письменно или устно, за подготовку домашнего задания, участие в дискуссии на заданную тему и т.д., то есть за работу на занятии. При этом преподаватель должен опросить не менее 25% из числа студентов, присутствующих на практическом занятии.

«Контрольная работа» или «тестирование» - от 0 до 5 баллов выставляется преподавателем по результатам контрольной работы или тестирования группы, проведенных во внеаудиторное время. Предполагается, что преподаватель по согласованию с деканатом проводит подобные мероприятия по выявлению остаточных знаний студентов не реже одного раза на каждые 36 часов аудиторного времени.

«Отработка» - от 0 до 2 баллов выставляется за отработку каждого пропущенного лекционного занятия и от 0 до 4 баллов может быть поставлено преподавателем за отработку студентом пропуска одного практического занятия или практикума. За один раз можно отработать не более шести пропусков (т.е., студенту выставляется не более 18 баллов, если все пропущенные шесть занятий являлись практическими) вне зависимости от уважительности пропусков занятий.

«Пропуски в часах всего» - количество пропущенных занятий за отчетный период умножается на два (1 занятие=2 часам) (заполняется делопроизводителем деканата).

«Пропуски по неуважительной причине» - графа заполняется делопроизводителем деканата.

«Попуски по уважительной причине» - графа заполняется делопроизводителем деканата.

«Корректировка баллов за пропуски» - графа заполняется делопроизводителем деканата.

«Итого баллов за отчетный период» - сумма всех выставленных баллов за данный период (графа заполняется делопроизводителем деканата).

Таблица перевода балльно-рейтинговых показателей в отметки традиционной системы оценивания

Соотношение часов лекционных и практических занятий	0/2	1/3	1/2	2/3	1/1	3/2	2/1	3/1	2/0	Соответствие отметки коэффициенту
Коэффициент соответствия балльных показателей традиционной отметке	1,5	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	«зачтено»
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	«удовлетворительно»
	2	1,75	1,65	1,6	1,5	1,4	1,35	1,25	-	«хорошо»
	3	2,5	2,3	2,2	2	1,8	1,7	1,5	-	«отлично»

Необходимое количество баллов для выставления отметок («зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично») определяется произведением реально проведенных аудиторных часов (n) за отчетный период на коэффициент соответствия в зависимости от соотношения часов лекционных и практических занятий согласно приведенной таблице.

«Журнал учета балльно-рейтинговых показателей студенческой группы» заполняется преподавателем на каждом занятии.

В случае болезни или другой уважительной причины отсутствия студента на занятиях, ему предоставляется право отработать занятия по индивидуальному графику.

Студенту, набравшему количество баллов менее определенного порогового уровня, выставляется оценка "неудовлетворительно" или "не зачтено". Порядок ликвидации задолженностей и прохождения дальнейшего обучения регулируется на основе действующего законодательства РФ и локальных актов КЧГУ.

Текущий контроль по лекционному материалу проводит лектор, по практическим занятиям – преподаватель, проводивший эти занятия. Контроль может проводиться и совместно.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля). Информационное обеспечение образовательного процесса

8.1. Основная литература

1. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. М.: Физматлит, 2012.
2. Леонтьева, Т. А. Задачи по теории функций и функциональному анализу с решениями: учебное пособие / Т.А. Леонтьева, А.В. Домрина. - Москва: Инфра-М, 2013. - 164 с. - ISBN 978-5-16-006429-1. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/377270> (дата обращения: 15.10.2020). – Режим доступа: по подписке. - Текст: электронный.
3. Люстерник Л.А. Краткий курс функционального анализа. Учебные пособия / Л.А. Люстерник, В.И. Соболев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 272 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/245>
4. Треногин В.А. Функциональный анализ. М.: Физматлит, 2002.
5. Филимоненкова Н.В. Сборник задач по функциональному анализу. Учебные пособия — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015.

8.2. Дополнительная литература

1. Гуревич, А.П. Сборник задач по функциональному анализу. Учебные пособия / А.П. Гуревич, В.В. Корнев, А.П. Хромов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012.
2. Треногин В.А. Задачи и упражнения по функциональному анализу. Учебные пособия / В.А. Треногин, Б.М. Писаревский, Т.С. Соболева. — Электрон. дан. — М.: Физматлит, 2014.
3. Ревина С. В., Сазонов Л. И. Функциональный анализ в примерах и задачах: учебное пособие. Ростов н/Д. Изд-во ЮФУ, 2009.
4. Мамчуев А.М. Элементы функционального анализа. Методическое пособие. КЧГУ, 2019.
5. Сухинов, А. И. Лекции по функциональному анализу: учебное пособие / А.И. Сухинов, И.П. Фирсов; Южный федеральный университет. - Ростов на-Дону: ЮФУ, 2009. - 189 с.- ISBN 978-5-9275-0671-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/549858> (дата обращения: 15.10.2020). – Режим доступа: по подписке. - Текст: электронный.
6. Нуятов, А. А. Практикум по функциональному анализу: учебно-методическое пособие / А. А. Нуятов; Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского. - Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2016. - 29 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/153241> (дата обращения: 08.04.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст: электронный.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Виды учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: краткое, схематичное, последовательное фиксирование основных положений, выводов, формулировок, обобщений; выделение ключевых слов, терминов. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросы, терминов, материала, вызывающего трудности. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом.
Контрольная работа/ индивидуальные задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
Реферат	Реферат: Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.
Самостоятельная работа	Проработка учебного материала занятий лекционного и семинарского типа. Изучение нового материала до его изложения на занятиях. Поиск, изучение и презентация информации по заданной теме, анализ научных источников. Самостоятельное изучение отдельных вопросов тем дисциплины, не рассматриваемых на занятиях лекционного и семинарского типа. Подготовка к текущему контролю, к промежуточной аттестации.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

10. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля)

10.1. Общесистемные требования

Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «КЧГУ»

<http://kchgu.ru> - адрес официального сайта университета

<https://do.kchgu.ru> - электронная информационно-образовательная среда КЧГУ

Электронно-библиотечные системы (электронные библиотеки)

Учебный год	Наименование документа с указанием реквизитов	Срок действия документа
2023 / 2024 учебный год	Договор № 915 ЭБС ООО «Знаниум» от 12.05.2023г.	Действует до 15.05.2024 г.
	Электронно-библиотечная система «Лань». Договор № СЭБ НВ-294 от 1 декабря 2020 года.	Бессрочный
2023 / 2024 учебный год	Электронная библиотека КЧГУ (Э.Б.). Положение об ЭБ утверждено Ученым советом от 30.09.2015г. Протокол № 1). Электронный адрес: https://kchgu.ru/biblioteka - kchgu/	Бессрочный
2023 / 2024 учебный год	Электронно-библиотечные системы: Научная электронная библиотека «ELIBRARY.RU» - https://www.elibrary.ru . Лицензионное соглашение №15646 от 01.08.2014г. Бесплатно. Национальная электронная библиотека (НЭБ) – https://rusneb.ru . Договор №101/НЭБ/1391 от 22.03.2016г. Бесплатно. Электронный ресурс «Polred.com Обзор СМИ» – https://polpred.com . Соглашение. Бесплатно.	Бессрочно

10.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

Занятия проходят в учебной аудитории № 28.

1. 369200, Карачаево-Черкесская республика, г. Карачаевск, ул. Ленина, 29. Учебный корпус № 2, ауд. 28.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Специализированная мебель: столы ученические, стулья, стол преподавателя, доска меловая.

Технические средства обучения: персональный компьютер с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета, переносной проектор.

10.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения.

1. ABBY FineReader (лицензия №FCRP-1100-1002-3937), бессрочная.
2. Calculate Linux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная.
3. Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная.
4. Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.)
5. Microsoft Office (лицензия №60127446), бессрочная.
6. Microsoft Windows (лицензия №60290784), бессрочная.

10.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Современные профессиональные базы данных

1. Федеральный портал «Российское образование» - <https://edu.ru/documents/>
2. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (Единая коллекция ЦОР) – <http://school-collection.edu.ru/>
3. Базы данных Scopus издательства Elsevir
- <http://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>.

Информационные справочные системы

1. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования - <http://fgosvo.ru>.
2. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР) – <http://edu.ru>.
3. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (Единая коллекция ЦОР) – <http://school-collection.edu.ru>.
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (ИС «Единое окно») – <http://window/edu.ru>.
5. Информационная система «Информо».

11. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

В группах, в состав которых входят студенты с ОВЗ, в процессе проведения учебных занятий создается гибкая, вариативная организационно-методическая система обучения, адекватная образовательным потребностям данной категории обучающихся, которая позволяет не только обеспечить преемственность систем общего (инклюзивного) и высшего образования, но и будет способствовать формированию у них компетенций, предусмотренных ФГОС ВО, ускорит темпы профессионального становления, а также будет способствовать их социальной адаптации.

В процессе преподавания учебной дисциплины создается на каждом занятии толерантная социокультурная среда, необходимая для формирования у всех обучающихся гражданской, правовой и профессиональной позиции соучастия, готовности к полноценному общению, сотрудничеству, способности толерантно воспринимать социальные, личностные и культурные различия, в том числе и характерные для обучающихся с ОВЗ.

Посредством совместной, индивидуальной и групповой работы формируется у всех обучающихся активная жизненная позиция и развитие способности жить в мире разных людей и идей, а также обеспечивается соблюдение обучающимися их прав и свобод и признание права другого человека, в том числе и обучающихся с ОВЗ на такие же права.

В группах, в состав которых входят обучающиеся с ОВЗ, в процессе учебных занятий используются технологии, направленные на диагностику уровня и темпов профессионального становления обучающихся с ОВЗ, а также технологии мониторинга степени успешности формирования у них компетенций, предусмотренных ФГОС ВО при изучении данной учебной дисциплины, используя с этой целью специальные оценочные материалы и формы проведения промежуточной и итоговой аттестации, специальные технические средства, предоставляя обучающимся с ОВЗ дополнительное время для подготовки ответов, привлекая тьютеров).

Материально-техническая база для реализации программы:

1. Мультимедийные средства:
 - интерактивные доски «Smart Board», «Toshiba»;

- экраны проекционные на штативе 280*120;
- мультимедиа-проекторы Epson, Benq, Mitsubishi, Aser.

2. Презентационное оборудование:

- радиосистемы AKG, Shure, Quik;
- видеоконфетки Microsoft, Logitech;
- микрофоны беспроводные;
- класс компьютерный мультимедийный на 21 мест;
- ноутбуки Aser, Toshiba, Asus, HP.

Наличие компьютерной техники и специального программного обеспечения: имеются рабочие места, оборудованные рельефно-точечными клавиатурами (шрифт Брайля), программное обеспечение NVDA с функцией синтезатора речи, видеоувеличителем, клавиатурой для лиц с ДЦП, роллером. Распределение специализированного оборудования.

12. Лист регистрации изменений

Изменение	Дата и номер протокола ученого совета факультета/института, на котором были рассмотрены вопросы о необходимости внесения изменений в ОП ВО	Дата и номер протокола ученого совета Университета, на котором были утверждены изменения в ОП ВО	Дата введения изменений
Обновлены договоры на предоставление доступа к электронно-библиотечным системам: Электронно-библиотечная система ООО «Знаниум». Договор № 5184 ЭБС от 25.03.2021г. (срок действия с 30.03.2021 по 30.03.2022г.), Электронно-библиотечная система «Лань». Договор №СЭБ НВ-294 от 01.12.2020г. Бессрочный.			
Переутверждена ОП ВО. Обновлены РПД, РПП, программы ГИА, календарный график учебного процесса. Обновлены договоры: 1. Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.). 2. Договор № 915 ЭБС ООО «Знаниум» от 12.05.2023г. Действует до 15.05.2024г.)		29.06.2023 г., протокол № 8	

Решение кафедры: рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры: математического анализа на 2023-2024 уч. год. Протокол № 10 от 30.06.2023 г.