

**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

Кафедра Математического анализа



Р.А. Бостанов

2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Избранные главы функционального анализа

(Наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки:

01.06.01 Математика и механика

(шифр, название направления)

Направленность (профиль) программы:

**Дифференциальные уравнения, динамические системы
и оптимальное управление**

Квалификация:

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения

очная

Год начала подготовки - 2023

(по учебному плану)

Карачаевск, 2023

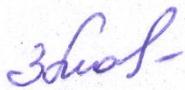
Составитель: к. ф.-м. н., доцент Мамчурев А.М.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25.08.2014 №33837, основной профессиональной образовательной программой высшего образования по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, направленность программы: Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление; 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.

Завкафедрой



к. ф.-м. н., доцент Лайпанова З.М.

Содержание

1. Наименование дисциплины (модуля).....	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	6
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
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....	10
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).....	10
7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	10
7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	17
7.2.1. Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям:.....	17
7.2.2. Примерные вопросы к итоговой аттестации (зачет).....	19
7.2.3. Комплект тестовых заданий.....	20
7.3. Балльно-рейтинговая система оценки знаний.....	26
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).....	27
8.1. Основная учебная литература.....	27
8.2. Ресурсы ЭБС.....	28
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля).....	28
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	28
Методические указания по изучению дисциплины являются комплексом рекомендаций и разъяснений для студента, которые позволяют ему должным и оптимальным образом организовать процесс изучения дисциплины.....	28
10.1. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям.....	30
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.....	31
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).....	31
13. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.....	32
14. Лист регистрации изменений.....	32

1. Наименование дисциплины (модуля): «Избранные главы функционального анализа»

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.

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

В результате освоения ОПОП программы аспирантуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине (модулю):

Коды компетенции	Результаты освоения ОПОП Содержание компетенций*	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ОПК-1	способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знать: <ul style="list-style-type: none">– основные методологические подходы к проведению научных исследований в области функционального анализа;– основы научного исследования в области функционального анализа;– основные виды информационных источников для научных исследований в области функционального анализа. Уметь: <ul style="list-style-type: none">– самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в областях функционального анализа;– раскрыть возможности познания сущности, форм, механизма и решений и процессов в сущностном и функциональном аспектах;– раскрывать эмпирические и теоретические уровни познания при исследовании изученного материала.

		<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – современным понятийно-категориальным аппаратом и новейшими методами исследования в области функционального анализа; – принципом планирования работы над диссертацией; - библиографическим поиском научных и литературных источников по исследуемой проблеме.
<p>ПК-5</p>	<p>способность применять современные методики и технологии организации и реализации образовательного и исследовательского процессов в вузах</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определения общих форм, научных закономерностей и инструментальных средств функционального анализа; - теорию метрических и нормированных пространств, теорию линейных операторов, линейных функционалов, элементы теории обобщенных функций, спектральной теории операторов, применения функционального анализа в вариационном исчислении и теории интегральных уравнений; - современные образовательные и информационные технологии, их возможности для применения принципа сжимающих отображений в решении прикладных задач. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - самостоятельно получать новые научные и профессиональные знания: работать с конспектами лекций, учебниками, учебно-методической, справочной литературой, другими источниками информации, применять полученные знания для решения учебных задач, выполнять самоконтроль, закреплять и расширять знания; - самостоятельно получать знания: углублять знания, уточнять по признакам понятий, отделять существенные признаки от несущественных; уточнять границы использования знаний; - самостоятельно получать знания для решения задач творческого характера, задач повышенной сложности с использованием современных образовательных и информационных технологий. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками самостоятельного решения задач: по образцу, заранее известными способами, владея при этом современными образовательными и информационными технологиями; - навыками самостоятельного решения задач: выбирать подходящий метод решения стандартных задач; - навыками самостоятельного решения задач: выполнять творческие (исследовательские) проекты, применяя известные математические методы функционального анализа.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
Индекс	Б1.В.03
Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
Для успешного освоения дисциплины обучающийся должен иметь базовую подготовку по дисциплинам: «Математический анализ I», «Математический анализ II», «Математический анализ III», «Алгебра и геометрия», «Дифференциальные уравнения», «Функциональный анализ» в объеме вузовской программы бакалавриата и магистратуры.	
Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
Дисциплина «Избранные главы функционального анализа» относится к вариативной части блока Б1. Знания и умения, формируемые в процессе изучения дисциплины «Избранные главы функционального анализа», будут использоваться в дальнейшем при освоении дисциплины «Симметрии спектральных задач». Изучение дисциплины необходимо для успешного освоения дисциплин и практик, формирующих компетенции ОПК-1, ПК-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

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

Объем 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)	36	-
Аудиторная работа (всего):	36	-
в том числе:		
лекции	18	-
семинары, практические занятия	18	-
практикумы	Не предусмотрено	Не предусмотрено
лабораторные работы	Не предусмотрено	Не предусмотрено
контроль	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)	36	-

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 ОЧНОЙ 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 учебные занятия			Сам. работа		Планируемые результаты обучения
				Лек.	Практ.	Лаб.			
	Раздел 1. Элементы функционального анализа.	52	12	12		28			
1.	Основные понятия метрических и топологических векторных пространств. Банаховы и гильбертовы пространства. /Лек/ Занятие проводится в интерактивной форме (круглый стол)		2				ОПК-1; ПК-5	Устный опрос	
2.	Ряды Фурье в гильбертовом пространстве. /Ср/					4	ОПК-1; ПК-5	Доклад с презентацией	
3.	Компактность в метрических пространствах. Оснащенное банахово пространство. /Ср/					4	ОПК-1; ПК-5	Реферат	
4	Примеры метрических, нормированных пространств. /Пр/			2			ОПК-1; ПК-5	Задания по теме	
5.	Сходимость в метрических пространствах. Полнота. /Пр/ Занятие проводится в			2			ОПК-1; ПК-5	Типовые расчеты	

	интерактивной форме (дискуссия)							
6.	Пространства Лебега и Соболева. Понятие обобщенной производной. /Лек/		2				ОПК-1; ПК-5	Устный опрос
7.	Линейные операторы и линейные функционалы. Сопряженные пространства. Теорема Банаха-Штейнгауза. /Лек/		2				ОПК-1; ПК-5	Фронтальный опрос
8.	Норма ограниченного оператора. Обратные операторы. /Ср/					4	ОПК-1; ПК-5	Реферат
9.	Линейные операторы и линейные функционалы. Ограниченность. Норма. Примеры. /Пр/			2			ОПК-1; ПК-5	Типовые расчеты
10.	Обобщенные функции. Действия над ними. Применения обобщенных функций. /Лек/		2				ОПК-1; ПК-5	Фронтальный опрос
11.	Дифференцирование обобщенных функций. /Ср/					4	ОПК-1; ПК-5	Доклад с презентацией
12.	Обобщенные функции. Применения обобщенных функций. Решение задач. /Пр/			2			ОПК-1; ПК-5	Типовые расчеты
13.	Дифференциальные уравнения в классе обобщенных функций. Свертка обобщенных функций. /Лек/		2				ОПК-1; ПК-5	Фронтальный опрос
14.	Элементы спектральной теории операторов. Спектр и резольвента линейного оператора. /Лек/		2				ОПК-1; ПК-5	Устный опрос
15.	Сопряженные и самосопряженные					4	ОПК-1; ПК-5	Доклад с презентацией

	операторы. /Ср/							
16.	Спектр и резольвента линейного оператора. Примеры. /Пр/			2			ОПК-1; ПК-5	Типовые расчеты
17.	График оператора и замкнутые операторы. Критерий замкнутости. Теорема Банаха о замкнутом графике. /Ср/					4	ОПК-1; ПК-5	Сообщение
18.	Вполне непрерывные операторы и их свойства. Операторы Фредгольма и Гильберта-Шмидта. /Ср/					4	ОПК-1; ПК-5	Сообщение
19.	Обратные операторы. Примеры. /Пр/			2			ОПК-1; ПК-5	Типовые расчеты
	Раздел 2. Применения и приложения функционального анализа.	20	6	6		8		
20.	Принцип сжимающих отображений. Применения. /Лек/		2				ОПК-1; ПК-5	Устный опрос
21.	Принцип сжимающих отображений. Применения. /Пр/			2			ОПК-1; ПК-5	Типовые расчеты
22.	Применения функционального анализа в вариационном исчислении. /Лек/		2				ОПК-1; ПК-5	Блиц-опрос
23.	Задача о брахистохроне. /Ср/					4	ОПК-1; ПК-5	Реферат
24.	Вариационное исчисление. Уравнение Эйлера. Решение вариационных задач. /Пр/			2			ОПК-1; ПК-5	Типовые расчеты
25.	Применения функционального анализа в теории интегральных уравнений. Лек/ Занятие проводится в интерактивной форме		2				ОПК-1; ПК-5	Устный опрос

	(круглый стол)							
26.	Метод последовательных приближений. /Ср/					4	ОПК-1; ПК-5	Творческое задание
27.	Решения интегральных уравнений. /Пр/ Занятие проводится в интерактивной форме (дискуссия)			2			ОПК-1; ПК-5	Типовые расчеты
Всего		72	18	18		36		

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Помимо рекомендованной основной и дополнительной литературы, в процессе самостоятельной работы студенты могут пользоваться следующими методическими материалами:

Методические материалы находятся в открытом доступе на кафедре математического анализа и в ауд. №27.

1. Мамчуев А.М. Элементы функционального анализа. Методическое пособие. КЧГУ, 2019.

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

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Уровни сформированности компетенций	Индикаторы	Качественные критерии оценивания			
		2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
ОПК-1					
Базовый	Знать: - основные методологические подходы к проведению научных исследований в области функционального анализа; - основы научного исследования в области функционального анализа; - основные виды	Не знает - основные методологические подходы к проведению научных исследований в области функционального анализа; - основы научного исследования в области функционального анализа; - основные виды	В целом знает - основные методологические подходы к проведению научных исследований в области функционального анализа; - основы научного исследования в области функционального анализа; - основные виды	Знает - основные методологические подходы к проведению научных исследований в области функционального анализа; - основы научного исследования в области функционального анализа; - основные виды	

	информационных источников для научных исследований.	информационных источников для научных исследований.	информационных источников для научных исследований.	информационных источников для научных исследований.	
	Уметь: - самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в областях функционального анализа; - раскрыть возможности познания сущности, форм, механизма и решений и процессов в сущностном и функциональном аспектах; - раскрывать эмпирические и теоретические уровни познания при исследовании изученного материала.	Не умеет - самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в областях функционального анализа; - раскрыть возможности познания сущности, форм, механизма и решений и процессов в сущностном и функциональном аспектах; - раскрывать эмпирические и теоретические уровни познания при исследовании изученного материала.	В целом умеет - самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в областях функционального анализа; - раскрыть возможности познания сущности, форм, механизма и решений и процессов в сущностном и функциональном аспектах; - раскрывать эмпирические и теоретические уровни познания при исследовании изученного материала.	Умеет - самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в областях функционального анализа; - раскрыть возможности познания сущности, форм, механизма и решений и процессов в сущностном и функциональном аспектах; - раскрывать эмпирические и теоретические уровни познания при исследовании изученного материала.	
	Владеть: - современным понятийно-категориальным аппаратом и новейшими методами исследования в области функционального анализа; принципом планирования работы над диссертацией; - библиографическим поиском научных и литературных источников по исследуемой проблеме.	Не владеет - современным понятийно-категориальным аппаратом и новейшими методами исследования в области функционального анализа; принципом планирования работы над диссертацией; - библиографическим поиском научных и литературных источников по исследуемой проблеме.	В целом владеет - современным понятийно-категориальным аппаратом и новейшими методами исследования в области функционального анализа; принципом планирования работы над диссертацией; - библиографическим поиском научных и литературных источников по исследуемой проблеме.	Владеет - современным понятийно-категориальным аппаратом и новейшими методами исследования в области функционального анализа; принципом планирования работы над диссертацией; - библиографическим поиском научных и литературных источников по исследуемой проблеме.	
Повышенный	Знать: - основные методологические подходы к				В полном объеме знает - основные методологические

<p>проведению научных исследований в области функционального анализа;</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы научного исследования в области функционального анализа; - основные виды информационных источников для научных исследований. 				<p>подходы к проведению научных исследований в области функционального анализа;</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы научного исследования в области функционального анализа; - основные виды информационных источников для научных исследований.
<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в областях функционального анализа; - раскрыть возможности познания сущности, форм, механизма и решений и процессов в сущностном и функциональном аспектах; - раскрывать эмпирические и теоретические уровни познания при исследовании изученного материала. 				<p>В полном объеме умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> - самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в областях функционального анализа; - раскрыть возможности познания сущности, форм, механизма и решений и процессов в сущностном и функциональном аспектах; - раскрывать эмпирические и теоретические уровни познания при исследовании изученного материала.
<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современным понятийно-категориальным аппаратом и новейшими методами исследования в области функционального анализа; принципом 				<p>В полном объеме владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> современным понятийно-категориальным аппаратом и новейшими методами исследования в области функционального анализа;

	планирования работы над диссертацией; - библиографическим поиском научных и литературных источников по исследуемой проблеме.				принципом планирования работы над диссертацией; - библиографическим поиском научных и литературных источников по исследуемой проблеме.
	ПК-5				
Базовый	Знать: - определения общих форм, научных закономерностей и инструментальных средств функционального анализа; - теорию метрических и нормированных пространств, теорию линейных операторов, линейных функционалов, элементы теории обобщенных функций, спектральной теории операторов, применения функционального анализа в вариационном исчислении и теории интегральных уравнений; - современные образовательные и информационные технологии, их возможности для применения принципа сжимающих отображений в решении прикладных задач.	Не знает - определения общих форм, научных закономерностей и инструментальных средств функционального анализа; - теорию метрических и нормированных пространств, теорию линейных операторов, линейных функционалов, элементы теории обобщенных функций, спектральной теории операторов, применения функционального анализа в вариационном исчислении и теории интегральных уравнений; - современные образовательные и информационные технологии, их возможности для применения принципа сжимающих отображений в решении прикладных задач.	В целом знает - определения общих форм, научных закономерностей и инструментальных средств функционального анализа; - теорию метрических и нормированных пространств, теорию линейных операторов, линейных функционалов, элементы теории обобщенных функций, спектральной теории операторов, применения функционального анализа в вариационном исчислении и теории интегральных уравнений; - современные образовательные и информационные технологии, их возможности для применения принципа сжимающих отображений в решении прикладных задач.	Знает - определения общих форм, научных закономерностей и инструментальных средств функционального анализа; - теорию метрических и нормированных пространств, теорию линейных операторов, линейных функционалов, элементы теории обобщенных функций, спектральной теории операторов, применения функционального анализа в вариационном исчислении и теории интегральных уравнений; - современные образовательные и информационные технологии, их возможности для применения принципа сжимающих отображений в решении прикладных задач.	
	Уметь: - самостоятельно получать новые	Не умеет - самостоятельно получать новые	В целом умеет - самостоятельно получать новые	Умеет - самостоятельно получать новые	

<p>научные и профессиональные знания: работать с конспектами лекций, учебниками, учебно-методической, справочной литературой, другими источниками информации, применять полученные знания для решения учебных задач, выполнять самоконтроль, закреплять и расширять знания; - самостоятельно получать знания: углублять знания, уточнять по признакам понятий, отделять существенные признаки от несущественных; уточнять границы использования знаний; - самостоятельно получать знания для решения задач творческого характера, задач повышенной сложности с использованием современных образовательных и информационных технологий.</p>	<p>научные и профессиональные знания: работать с конспектами лекций, учебниками, учебно-методической, справочной литературой, другими источниками информации, применять полученные знания для решения учебных задач, выполнять самоконтроль, закреплять и расширять знания; - самостоятельно получать знания: углублять знания, уточнять по признакам понятий, отделять существенные признаки от несущественных; уточнять границы использования знаний; - самостоятельно получать знания для решения задач творческого характера, задач повышенной сложности с использованием современных образовательных и информационных технологий.</p>	<p>научные и профессиональные знания: работать с конспектами лекций, учебниками, учебно-методической, справочной литературой, другими источниками информации, применять полученные знания для решения учебных задач, выполнять самоконтроль, закреплять и расширять знания; - самостоятельно получать знания: углублять знания, уточнять по признакам понятий, отделять существенные признаки от несущественных; уточнять границы использования знаний; - самостоятельно получать знания для решения задач творческого характера, задач повышенной сложности с использованием современных образовательных и информационных технологий.</p>	<p>научные и профессиональные знания: работать с конспектами лекций, учебниками, учебно-методической, справочной литературой, другими источниками информации, применять полученные знания для решения учебных задач, выполнять самоконтроль, закреплять и расширять знания; - самостоятельно получать знания: углублять знания, уточнять по признакам понятий, отделять существенные признаки от несущественных; уточнять границы использования знаний; - самостоятельно получать знания для решения задач творческого характера, задач повышенной сложности с использованием современных образовательных и информационных технологий.</p>	
--	--	--	--	--

	<p>Владеть:</p> <p>- навыками самостоятельного решения задач: по образцу, заранее известными способами, владея при этом современными образовательными и информационными технологиями;</p> <p>- навыками самостоятельного решения задач: выбирать подходящий метод решения стандартных задач;</p> <p>- навыками самостоятельного решения задач: выполнять творческие (исследовательские) проекты, применяя известные математические методы функционального анализа.</p>	<p>Не владеет</p> <p>- навыками самостоятельного решения задач: по образцу, заранее известными способами, владея при этом современными образовательными и информационными технологиями;</p> <p>- навыками самостоятельного решения задач: выбирать подходящий метод решения стандартных задач;</p> <p>- навыками самостоятельного решения задач: выполнять творческие (исследовательские) проекты, применяя известные математические методы функционального анализа.</p>	<p>В целом владеет</p> <p>- навыками самостоятельного решения задач: по образцу, заранее известными способами, владея при этом современными образовательными и информационными технологиями;</p> <p>- навыками самостоятельного решения задач: выбирать подходящий метод решения стандартных задач;</p> <p>- навыками самостоятельного решения задач: выполнять творческие (исследовательские) проекты, применяя известные математические методы функционального анализа.</p>	<p>Владеет</p> <p>- навыками самостоятельного решения задач: по образцу, заранее известными способами, владея при этом современными образовательными и информационными технологиями;</p> <p>- навыками самостоятельного решения задач: выбирать подходящий метод решения стандартных задач;</p> <p>- навыками самостоятельного решения задач: выполнять творческие (исследовательские) проекты, применяя известные математические методы функционального анализа.</p>	
Повышенный	<p>Знать:</p> <p>- определения общих форм, научных закономерностей и инструментальных средств функционального анализа;</p> <p>- теорию метрических и нормированных пространств, теорию линейных операторов, линейных функционалов, элементы теории обобщенных функций, спектральной теории операторов,</p>				<p>В полном объеме знает</p> <p>- определения общих форм, научных закономерностей и инструментальных средств функционального анализа;</p> <p>- теорию метрических и нормированных пространств, теорию линейных операторов, линейных функционалов, элементы теории обобщенных функций, спектральной</p>

	<p>применения функционального анализа в вариационном исчислении и теории интегральных уравнений;</p> <p>- современные образовательные и информационные технологии, их возможности для применения принципа сжимающих отображений в решении прикладных задач.</p>				<p>теории операторов, применения функционального анализа в вариационном исчислении и теории интегральных уравнений;</p> <p>- современные образовательные и информационные технологии, их возможности для применения принципа сжимающих отображений в решении прикладных задач.</p>
	<p>Уметь:</p> <p>- самостоятельно получать новые научные и профессиональные знания: работать с конспектами лекций, учебниками, учебно-методической, справочной литературой, другими источниками информации, применять полученные знания для решения учебных задач, выполнять самоконтроль, закреплять и расширять знания;</p> <p>- самостоятельно получать знания: углублять знания, уточнять по признакам понятий, отделять существенные признаки от несущественных; уточнять границы использования знаний;</p>				<p>В полном объеме умеет</p> <p>- самостоятельно получать новые научные и профессиональные знания: работать с конспектами лекций, учебниками, учебно-методической, справочной литературой, другими источниками информации, применять полученные знания для решения учебных задач, выполнять самоконтроль, закреплять и расширять знания;</p> <p>- самостоятельно получать знания: углублять знания, уточнять по признакам понятий, отделять существенные признаки от несущественных; уточнять границы использования знаний;</p>

<p>- самостоятельно получать знания для решения задач творческого характера, задач повышенной сложности с использованием современных образовательных и информационных технологий.</p>				<p>- самостоятельно получать знания для решения задач творческого характера, задач повышенной сложности с использованием современных образовательных и информационных технологий.</p>
<p>Владеть: - навыками самостоятельного решения задач: по образцу, заранее известными способами, владея при этом современными образовательными и информационными технологиями; - навыками самостоятельного решения задач: выбирать подходящий метод решения стандартных задач; - навыками самостоятельного решения задач: выполнять творческие (исследовательские) проекты, применяя известные математические методы функционального анализа.</p>				<p>В полном объеме владеет - навыками самостоятельного решения задач: по образцу, заранее известными способами, владея при этом современными образовательными и информационными технологиями; - навыками самостоятельного решения задач: выбирать подходящий метод решения стандартных задач; - навыками самостоятельного решения задач: выполнять творческие (исследовательские) проекты, применяя известные математические методы функционального анализа.</p>

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.2.1. Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям:

Раздел 1. Элементы функционального анализа.

1. Линейные и аффинные многообразия. Примеры. Изоморфизм.

2. Неравенства Коши-Буняковского, Минковского, Гельдера.
3. Свойства нормированных пространств. Эквивалентность норм.
4. Ряды в нормированных и банаховых пространствах.
5. Евклидовы пространства. Примеры. Теорема Рисса-Фишера.
6. Полные метрические пространства. Примеры.
7. Пополнение метрических пространств. Пополнение нормированных пространств. Изоморфизм, изометрия и вложение нормированных и банаховых пространств.
8. Гильбертовы пространства. Неравенство Бесселя. Полные ортогональные системы.
9. Сравнение топологий. Сепарабельные топологические пространства, основные определения.
10. Теорема Рисса-Фишера.
11. Общий вид линейных функционалов в некоторых функциональных пространствах и в гильбертовом пространстве.
12. Теорема Рисса.
13. Норма функционала.
14. Сопряженные пространства. Виды сходимости. Слабая сходимость.
15. Слабая сходимость последовательности функционалов.
16. Применение к приближенным вычислениям.
17. Интегральные и дифференциальные операторы.
18. Пространство линейных операторов. Норма оператора.
19. Компактные и бикомпактные множества.
20. Сильная и равномерная сходимость линейных операторов.
21. Принцип равномерной ограниченности.
22. Теорема Банаха-Штейнгауза о сильной сходимости. Применения.
23. Линейные уравнения. Приближенные решения.
24. Собственные значения и собственные векторы линейных операторов.
25. Интегральный оператор Фредгольма. Задача на собственные значения.
26. Ряды линейных операторов в банаховом пространстве.
27. Определение функций e^A , $\cos A$, $\sin A$ для линейных непрерывных операторов.
28. Резольвента как аналитическая оператор-функция.
29. Решение задачи Коши в банаховом пространстве. Обратный оператор, условия его существования. Собственные значения и собственные векторы линейных операторов.
30. Вполне непрерывные операторы. Их свойства.
31. Вполне непрерывность интегрального оператора в пространстве $C[a,b]$.
32. Сопряженные и самосопряженные операторы в гильбертовом пространстве.
33. Норма сопряженного и самосопряженного оператора.
34. Спектр вполне непрерывного оператора.
35. Вполне непрерывность и спектр оператора Вольтерра.

Раздел 2. Применения и приложения функционального анализа.

1. Метод последовательных приближений для системы линейных алгебраических уравнений.
2. Уравнение Эйлера.
3. Интегральные уравнения Фредгольма.
4. 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 параметров и 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:

- недостаточно 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 метрических и топологических векторных пространств. Примеры.
2. Банаховы и гильбертовы пространства. Примеры.
3. Ряды Фурье в гильбертовом пространстве. Примеры.
4. Компактность в метрических пространствах. Примеры.
5. Сходимости в метрических пространствах. Полнота.
6. Пространства Лебега и Соболева. Понятие обобщенной производной. Примеры.
7. Линейные операторы и линейные функционалы. Примеры.
8. Сопряженные пространства. Примеры.
9. Теорема Банаха-Штейнгауза. Доказательство.
10. Норма ограниченного оператора. Примеры.
11. Обратные операторы. Примеры.
12. Обобщенные функции. Действия над ними. Примеры.
13. Применения обобщенных функций. Примеры.
14. Дифференцирование обобщенных функций. Примеры.
15. Дифференциальные уравнения в классе обобщенных функций.
16. Свертка обобщенных функций.
17. Спектр и резольвента линейного оператора. Примеры.
18. Сопряженные и самосопряженные операторы. Примеры.
19. График оператора и замкнутые операторы. Критерий замкнутости. Примеры.
20. Теорема Банаха о замкнутом графике.
21. Решение задачи Коши в банаховом пространстве. Собственные значения и собственные векторы линейных операторов.
22. Вполне непрерывные операторы и их свойства. Примеры.
23. Операторы Фредгольма и Гильберта-Шмидта. Примеры.
24. Обратные операторы. Примеры.
25. Принцип сжимающих отображений. Применения в примерах.
26. Применения функционального анализа в вариационном исчислении.
27. Задача о брахистохроне.
28. Уравнение Эйлера. Решение вариационных задач.
29. Применения функционального анализа в теории интегральных уравнений. Примеры.
30. Метод последовательных приближений.

Критерии оценки устного ответа на вопросы по дисциплине «Избранные главы функционального анализа»:

✓ 30 баллов - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса и материала занятий практического характера 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.

✓ 20 - баллов - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса и материала занятий практического характера; 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.

✓ 10 баллов – фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса и материала занятий практического характера; 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.

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

7.2.3. Комплект тестовых заданий

Тест I

Элементы функционального анализа

1. Задание 1.1

Установить соответствие:

1. Евклидово пространство: R^n

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

2. Пространство всех числовых последовательностей: l_1

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

3. Пространство ограниченных числовых последовательностей: m

$$\text{в) } \|x\| = \sup_i \{\xi_i\}$$

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

2. Задание 1.2

Какие функции задают норму на числовой прямой:

x^2

$|x-1|$

\sqrt{x}

$\sqrt{|x|}$

3. Задание 1.3

Функция ...1..... на R , если она равна нулю вне некоторого отрезка.

Правильные варианты ответа: финитна; финитная

4. Задание 1.4

Угол между элементами x, y вещественного гильбертова пространства вычисляется по формуле:

$\sin \varphi = \frac{(x, y)}{\|x\| + \|y\|}$

$\cos \varphi = \frac{(x, y)}{\|x\| - \|y\|}$

$\cos \varphi = \frac{(x, y)}{\|x\| \|y\|}$

5. Задание 1.5

Установите соответствие:

1. Неравенство Гёльдера

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

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

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

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

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

6. Задание 1.6

Полным метрическим пространством является вещественная прямая с метрикой:

$\rho(x, y) = |e^x - e^y|$

$\rho(x, y) = |x^3 - y^3|$

$\rho(x, y) = |\arctg x - \arctg y|$

7. Задание 1.7

Функция $f(x)$ нормированная на $[a, b]$, если она удовлетворяет условию:

$$\square \int_a^b f^2(x) dx = 0$$

$$\square \int_a^b f(x) dx = 1$$

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

$$\checkmark \int_a^b f^2(x) dx = 1$$

8. Задание 1.8

Нормой функции $f(x) \in L_p$, называют число:

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

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

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

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

9. Задание 1.9

В замкнутом единичном шаре, точная верхняя грань значений функционала:

$I(y) = \int_0^{1/2} y(x) dx - \int_{1/2}^1 y(x) dx$, в пространстве $C(0,1)$, равна

$$\square \frac{1}{2}$$

$$\square 0$$

$$\checkmark 1$$

$$\square \frac{3}{2}$$

10. Задание 1.10

Установите соответствие:

1. $l(x) = \int_{-1}^1 t x(t) dt, x \in C[-1,1]$

а) $\|l\| = 1$

2. $l(x) = \int_0^1 t x(t) dt, x \in C'[-1,1]$

б) $\|l\| = 1/2$

3. $l(x) = \int_{-1}^1 t x(t) dt, x \in L_2[-1,1]$

в) $\|l\| = \sqrt{2/3}$

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

11. Задание 1.11

Сопряженный оператор в конечномерном пространстве задается матрицей по отношению к матрице оператора A :

Правильные варианты ответа: транспонированной, транспонированная.

12. Задание 1.12

Норма ограниченного оператора A , есть:

$\|A\| = \sup_x \frac{\|Ax\|}{\|x\|}; x \neq 0$

$\|A\| = \inf_x \frac{\|Ax\|}{\|x\|}; x \neq 0$

$\|A\| = \sup_x (\|Ax\| - \|x\|); x \neq 0$

13. Задание 1.13

Норма оператора $A : C[0,1] \rightarrow C[0,1]$, где $A = t^2 x(0)$, равна:

$\frac{1}{4}$

2

1

$\frac{1}{2}$

обратным

14. Задание 1.14

Спектральный радиус r , оператора A , равен:

$\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{\|A^n\|}$

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

$\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{\|A^n\|}$

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

15. Задание 1.15

Спектр оператора $Ax(t) = tx(t)$, в пространстве $C[0,1]$, равен:

0

1

(0,1)

[0,1]

Тест II

Применения и приложения функционального анализа.

16. Задание 2.1

Дано интегральное уравнение: $y(t) = x(t) - \int_0^1 t\tau x(\tau) d\tau$. Тогда $(A^{-1}y)(t)$, равен:

$y(t) - \int_0^1 t\tau y(\tau) d\tau$

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

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

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

17. Задание 2.2

Написать уравнение Эйлера функционала $f(y) = \int_0^{\pi/2} ((y')^2 - y^2) dx$:

$y - y'' = 0$

$y + y'' = 0$

$y'' - y = 0$

$y'' - 2y = 0$

18. Задание 2.3

Уравнение $\int_0^t \cos(t-s)x(s)ds = \ln t$ является интегральным уравнением

- Фредгольма второго рода
- Вольтерра второго рода
- Фредгольма первого рода
- Вольтерра первого рода

19. Задание 2.4

Уравнение $\int_0^t (2t^2 - \sin s)x(s)ds = tgt$ является интегральным уравнением

- Фредгольма второго рода
- Вольтерра второго рода
- Фредгольма первого рода
- Вольтерра первого рода

20. Задание 2.5

Найдите экстремаль функционала $f(y) = \int_0^1 (y^2 + x^2 y)dx; y(0) = 0; y(1) = 1;$

- $y=x$
- $y=-x$
- $y=2x$
- не существует

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	16	17	18	19	20	
1	<i>a</i>	+			+			+		<i>a</i>		+		+						+	
2	<i>б</i>					+				<i>б</i>								+	+		
3	<i>в</i>			+	+				+	<i>в</i>			+								
4		+					+								+	+				+	

Шкала оценивания (за правильный ответ дается 1 балл)

- «неудовлетворительно» – 60% и менее
- «удовлетворительно» – 61-80%
- «хорошо» – 81-90%
- «отлично» – 91-100%

Критерии оценки тестового материала по дисциплине «Избранные главы функционального анализа»:

- ✓ 5 баллов - выставляется студенту, если выполнены все задания варианта продемонстрировано знание фактического материала (базовых понятий, алгоритма, факта).
- ✓ 4 балла - тест выполнен вполне квалифицированно в необходимом объёме; имеются незначительные методические недочёты и дидактические ошибки. Продемонстрировано умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; понятен научный уровень и аргументация собственной точки зрения.
- ✓ 3 балла – продемонстрировано умение синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал в рамках определенного раздела дисциплины;
- ✓ 2 балла - работа выполнена на неудовлетворительном уровне; не в полном объёме, требует доработки и исправлений и исправлений более чем половины объема.

7.3. Балльно-рейтинговая система оценки знаний

Согласно Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний 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 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 "незачтено". 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)

8.1. Основная учебная литература

1. Люстерник Л.А. Краткий курс функционального анализа. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / Л.А. Люстерник, В.И. Соболев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 272 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/245>.
2. Треногин В.А. Задачи и упражнения по функциональному анализу. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / В.А. Треногин, Б.М. Писаревский, Т.С. Соболева. — Электрон. дан. — М.: Физматлит, 2014. — 240 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2342>.
3. Филимоненкова Н.В. Конспект лекций по функциональному анализу. [Электронный ресурс] : Учебные пособия — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 176 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/64343>
4. Филимоненкова Н.В. Сборник задач по функциональному анализу. [Электронный ресурс] : Учебные пособия — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 240 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/65041>

8.2. Ресурсы ЭБС

1. Логика и методология научных исследований: учебное пособие / Кравцова Е.Д., Городищева А.Н. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014, - 168 с. ISBN: 978-5-7638-2946-4; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=364559&sr=1

2. Методология научного исследования / Новиков А.М., Новиков Д.А. М.: Либроком, 2010. – 284 с. ISBN: 978-5-397-00849-5; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=82773&sr=1

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Интернет-источники и ресурсы:

http://www.elibrari	ООО НЭБ
biblioclub.ru	ЭБС - «Университетская библиотека онлайн».
http://www.znanium.com	ЭБС «Знаниум»
http://нэб.рф/	НЭБ (Национальная электронная библиотека).
http://www.biblioonline.ru	ЭБС «Юрайт»
http://www.elsevier.com/elsevier-science	Научная подписка на полнотекстовые ресурсы
www.scopus.com	База данных Scopus
https://clarivate.com/products/web-of-science/	База данных Web of Science

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

Методические указания по изучению дисциплины являются комплексом рекомендаций и разъяснений для студента, которые позволяют ему должным и оптимальным образом организовать процесс изучения дисциплины.

Виды учебных занятий и формы контроля	Организация деятельности студента (Методические рекомендации)
Лекция	Написание конспекта лекций: краткое, схематичное, последовательное фиксирование основных положений, выводов, формулировок, фактов, обобщений; выделение ключевых слов, терминов, понятий. Обозначение вопросов, терминов, материала, вызывающего трудности. Нахождение ответов на вопросы лекционного материала. Для этого проработать материалы лекции с учебной и научной литературой. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Общее время отводимое на содержательную проработку лекционного материала, в том числе самостоятельно и контактную работу с

	преподавателем – 2 часа.
Практические занятия	При подготовке к практическим занятиям, проработать теоретический материал лекций. Особое внимание уделить формулам, понятиям, их взаимосвязям, информационному и прикладному обеспечению в виде математико-статистического инструментария. Выполнить несколько простейших упражнений, в том числе заданных преподавателем как домашнее задание. Также сделать конспект литературных источников, в том числе с указаниями и решениями задач. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Решение расчетно-графических заданий, типовых задач, решение эконометрических задач по алгоритму с применением математических методов. Если самостоятельно не удастся разобраться в примерах и задачах, необходимо отметить нерешенные задачи и совместно решить их с преподавателем на консультации, на практическом занятии. Общее время отводимое на содержательную подготовку к практическим занятиям, в том числе самостоятельно и контактную работу с преподавателем – 2 часа.
Контрольная работа/ типовые расчеты/ тестовые задания	При подготовке к указанным видам занятий, необходимо проработать весь материал теоретического и практического курса, соотносимый с конкретным видом занятия. Ознакомиться с образцами задач и примеров конкретного вида занятия, с их содержанием. Решить образцы вариантов конкретного вида текущего контроля. Тестирование проводится по отдельным темам дисциплины, по модулям программы. После выполнения указанных видов занятий, проделать работу над ошибками.
Реферат/ сообщение	Реферат: Поиск учебной и научной литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомление со структурой и оформлением реферата. Сообщение: Изучение научной, учебной, другой литературы по теме сообщения. Отбор необходимого материала; формирование выводов и разработка конкретных рекомендаций по решению поставленной цели и задачи; проведение теоретических и практических исследований по теме сообщения.
Коллоквиум	Работа с конспектами лекций и практических занятий, подготовка ответов к контрольным вопросам теоретического и практического характера по указанным разделам.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов, включает усвоение теоретического материала, подготовку к практическим занятиям, выполнение индивидуальных заданий, написание рефератов, подготовку к выполнению тестовых заданий, работу с учебниками, иной учебной и учебно-методической литературой, подготовку к текущему контролю успеваемости, к экзамену.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др. При этом детально и содержательно проработать каждый материал лекции и практического занятия, вопросов вынесенных на самостоятельную работу. Уметь ориентироваться в схеме фактов и утверждений данной дисциплины. Ознакомиться с перечнем вопросов к зачету.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Избранные главы функционального анализа» предполагает более глубокую проработку ими отдельных тем курса, определенных программой. Основными видами и формами самостоятельной работы студентов по данной дисциплине являются:

- подготовка заданий типовых расчетов и контрольных заданий к практическим занятиям;
- самоподготовка по вопросам;
- подготовка к зачету.

Важной частью самостоятельной работы является чтение учебной литературы. Основная функция учебников - ориентировать студента в системе тех знаний, умений и навыков, которые должны быть усвоены по данной дисциплине будущими специалистами. В процессе изучения данной дисциплины учитывается посещаемость лекций, оценивается активность студентов на практических занятиях, а также качество и своевременность подготовки теоретических и практических материалов, исследовательских проектов и презентаций докладов и рефератов. По окончании изучения дисциплины проводится зачет по предложенным вопросам и заданиям.

Вопросы, выносимые на зачет, должны служить постоянными ориентирами при организации самостоятельной работы студента. Таким образом, усвоение учебного предмета в процессе самостоятельного изучения учебной и научной литературы является и подготовкой к зачету, а сам зачет становится формой проверки качества всего процесса учебной деятельности студента.

Студент, показавший высокий уровень владения знаниями, умениями и навыками по предложенному вопросу, считается успешно освоившим учебный курс. В случае большого количества затруднений при раскрытии предложенного на зачете вопроса студенту предлагается повторная сдача в установленном порядке.

Для успешного овладения курсом необходимо выполнять следующие требования:

- 1) посещать все занятия, т.к. весь тематический материал взаимосвязан между собой и теоретического овладения пропущенного занятия недостаточно для качественного усвоения;
- 2) все рассматриваемые на практических занятиях темы обязательно конспектировать в отдельную тетрадь и сохранять её до окончания обучения в вузе;
- 3) обязательно выполнять все домашние задания;
- 4) проявлять активность на занятиях и при подготовке, т.к. конечный результат овладения содержанием дисциплины необходим, в первую очередь, самому студенту;
- 5) в случаях пропуска занятий, по каким-либо причинам, обязательно «отрабатывать» пропущенное занятие преподавателю во время индивидуальных консультаций.

10.1. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

При подготовке студентов к практическим занятиям по курсу необходимо не только знакомить студентов с теориями и методами практики, но и стремиться отрабатывать на практике необходимые навыки и умения.

Практическое занятие - это активная форма учебного процесса в вузе, направленная на умение студентов переработать учебный текст, обобщить материал, развить критичность мышления, отработать практические навыки. В рамках курса «Прикладная математика в экономике» применяются следующие виды практических занятий: семинар-конференция (студенты выступают с докладами по теме докладов, рефератов, которые тут же и обсуждаются), обсуждение отдельных вопросов на основе обобщения теоретического и практического материала.

Практические занятия предназначены для усвоения материала через систему основных понятий прикладной математики. Успешная организация времени по

усвоению данной дисциплины во многом зависит от наличия у студента умения самоорганизовать себя и своё время для выполнения предложенных домашних заданий. При этом *алгоритм подготовки будет следующим:*

1 этап - поиск в учебной и научной литературе теоретической и практической информации на предложенные преподавателем темы;

2 этап - осмысление полученной информации, освоение терминов и понятий, фактов, утверждений;

3 этап - составление плана ответа на конкретные вопросы (конспект по теоретическим вопросам к практическому занятию, не менее трех источников для подготовки, в конспекте должны быть ссылки на источники);

Важнейшие требования к выступлениям студентов - самостоятельность в подборе фактического материала и исследовательском отношении к нему, умение рассматривать примеры и факты во взаимосвязи и взаимообусловленности, отбирать наиболее существенные из них. Доклад является формой работы, при которой студент самостоятельно готовит сообщение на заданную тему и далее на практическом занятии выступает с этим сообщением.

При подготовке к докладам необходимо:

- подготовить сообщение, включающее обобщение точек зрения различных авторов;

- сообщение должно содержать анализ существующих понятий и фактов прикладной математики в экономике, изложение собственной точки зрения по данному вопросу, примеры;

- вопросы к аудитории, позволяющие оценить степень усвоения материала;

- выделение основных узловых понятий и фактов, так чтобы остальные студенты могли конспектировать сообщение в процессе изложения. Доклад (сообщение) иллюстрируется конкретными примерами из практики.

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

В процессе лекционных и практических занятий используется следующее программное обеспечение:

1. Операционная система Microsoft Windows. Номер лицензии: 46908830 США: Редмонд, штат Вашингтон

2. Офисные приложения Microsoft Office 2010 Std Номер лицензии: 48497090 США: Редмонд, штат Вашингтон

3. Система распознавания текста: ABBYY Fine Reader Идентификационный номер пользователя: 14****ООО "Аби", 111141, г.Москва, ул.Плеханова, д.15, стр.2

4. Лонгитюд-ЭДК+ Лицензия: 553 ООО «Лонгитюд»

5. IBM SPSS Лицензия: L141224 ЗАО «Прогностические решения»

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

1. Мультимедийный кабинет: интерактивная доска с проектором, компьютеры с доступом в Интернет (19 аудитория, 2 этаж 2 учебного корпуса)

2. Интерактивный монитор с компьютером; плазменный телевизор, подключенный к компьютеру (27 аудитория, 2 этаж 2 учебного корпуса)

3. Компьютерный класс: 8 компьютеров, подключенных к сети Интернет, интерактивный монитор с компьютером, цифровая видеокамера, цифровой фотоаппарат, телевизионная система со спутниковой антенной и DVD- плеером (23 аудитория, 2 этаж 2 учебного корпуса)
4. Общеуниверситетский компьютерный центр обучения и тестирования: 24 компьютеризированных мест (210 аудитория, 2 этаж 4 учебного корпуса)
5. Студенческий читальный зал на 65 мест (18 компьютеризированы с подключением к сети Интернет);
6. Читальный зал периодики на 25 мест;
7. Научный зал на 25 мест, 10 из которых оборудованы компьютерами.

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

При необходимости для прохождения практик создаются специальные рабочие места в соответствии с характером нарушений, а также с учетом профессионального вида деятельности и характера труда, выполняемых обучающимся-инвалидом трудовых функций; форма проведения текущей и итоговой аттестации для обучающихся-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования). При необходимости обучающемуся-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене.

Материально-техническая база для реализации данной программы:

Мультимедийные средства: интерактивные доски «Smart Board», «Toshiba»; экраны проекционные на штативе 280*120; мультимедиа-проекторы Epson, Benq, Mitsubishi, Aser .

Презентационное оборудование: радиосистемы AKG, Shure, Quik; видеокомплекты 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.

14. Лист регистрации изменений

В рабочей программе на _____ уч. год внесены следующие изменения:

№	Внесенные изменения	Номер стр. РП с изменением или дополнением

Решение кафедры: рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры: математического анализа на 2022-2023 уч. год, Протокол № 11 от 04.07.2022 г.

Заведующий кафедрой Лайпанова З.М. 04.07.2022 г.