ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 00A2C30F99EF9D0306EA3C0F012BEB925E
Владелец: Чанкаев Мурат Хасанович
Действителен: с 02.04.2026 до 26.06.2027

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

УТВЕРЖДАЮ
И. о. проректора по УР
М. Х. Чанкаев
«29» апреля 2026 г., протокол № 7

Рабочая программа дисциплины

Кандидатский экзамен по специальности

Специальность:

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Отрасль науки: физико-математические; технические

Форма обучения: ***очная***

Год начала подготовки - 2024

Карачаевск, 2026

Составители: доцент Лайпанова З.М., доцент Мамчуев А.М.

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 29 декабря 2012г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, утверждённым приказом Минобрнауки России от 20.10.2021 № 951 (Зарегистрировано в Минюсте России 23.11.2021 № 65943), Положением о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (Постановление Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 № 2122).

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры математического анализа на 2026-2027 уч. год, протокол № 8 от 24.04.2026 г.

Оглавление

1. Наименование дисциплины (модуля): кандидатский экзамен по специальности 4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 5
5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 6
5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий для очной формы обучения (в академических часах) 6
5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) 7
6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля) 11
6.1. Основная литература: 11
6.2. Дополнительная литература: 11
7. Методические рекомендации для выполнения самостоятельной работы 11
7.1. Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям 12
7.2. Перечень вопросов для самостоятельного изучения 12
7.3. Вопросы для подготовки к экзамену кандидатского минимума 13
7.4. Вопросы для коллоквиумов, собеседования 13
8. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля) 15
8.1. Общесистемные требования 15
8.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины 16
8.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения 16
8.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 17
9. Особенности организации образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья 17
10. Лист регистрации изменений 18

1. Наименование дисциплины (модуля): кандидатский экзамен по специальности

Целями освоения промежуточной аттестации по дисциплине «кандидатский экзамен по специальности» являются:

- изучение теории и практики применения современных математических моделей, методов, информационных технологий по актуальным направлениям прикладной математики, которые способствуют развитию аспирантов в следующих направлениях: способности к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности;
- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований, математическими методами, вычислительной техникой и информационными технологиями в области математического моделирования природных процессов и социально-экономических систем, системного анализа, проектирования и создания комплексов программ;
- разработке новых методов исследования и их применению в области математического моделирования природных процессов и социально-экономических систем, системного анализа, проектирования комплексов программ в сфере науки, техники, технологии и педагогики;
- способностью представлять на высоком научном уровне полученные результаты в области математического моделирования природных процессов и социально-экономических систем, системного анализа, проектирования комплексов программ в научных публикациях, на симпозиумах и конференциях, в том числе в преподавательской деятельности; способности к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

Итогом курса является подготовка аспирантов по основным разделам программы кандидатского экзамена специальности «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Для достижения цели ставятся **задачи:**

- расширить представления о возможностях математического моделирования, классификации математических моделей и области их применимости;
- продемонстрировать, на какие принципиальные качественные вопросы может ответить математическая модель;
- выработать практические навыки декомпозиции, абстрагирования при решении задач в различных областях профессиональной деятельности.

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные методы научно-исследовательской деятельности;
- некоторые этические нормы профессиональной деятельности;
- методологию и методы научного исследования; основные формы и методы научно-исследовательской деятельности, способы организации информационно-поисковой, экспериментальной и системно-аналитической деятельности;
- способы использования базовых теоретических знаний для решения профессиональных задач;
- методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

- основы интеллектуальной собственности и международного права в области работы с информацией и с численными методами.

Уметь:

- выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач;
- несистематично следовать этическим нормам профессиональной деятельности;
- планировать и ставить цели проведения фундаментальных и прикладных научных исследований, разрабатывать схему и подбирать методы исследований, анализировать полученные результаты и делать выводы;
- разрабатывать компьютерно-ориентированные вычислительные алгоритмы решения прикладных задач;
- реализовывать математические методы на компьютере путем программирования;
- при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений.

Владеть:

- навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования;
- первично этическими нормами профессиональной деятельности;
- методами организации научного исследования; навыками планирования, организации и проведения фундаментальных и прикладных научно-исследовательских работ. применять на практике базовые профессиональные навыки;
- навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.
- информацией по данной дисциплине на уровне умения вести дискуссию и отстаивать собственную точку зрения;
- навыками применения на практике базовых профессиональных навыков;
- способностью применять программные математические пакеты для реализации математических методов.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Кандидатский экзамен по специальности относится к части программы аспирантуры 2.3., сдается в 5 семестре.

Индекс	2.3.3
Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
Для успешного прохождения кандидатского экзамена аспирант должен иметь подготовку по дисциплинам научного и образовательного компонента.	
Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
Знания, умения и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы при написании диссертации и ее подготовку к защите.	

4. Объем дисциплины (модуля) 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 1 з.е., 36 академических часов.

Объём дисциплины	Всего часов
	для очной формы обучения
Общая трудоемкость дисциплины	**36**
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	
Аудиторная работа (всего):	**2**
в том числе:	
лекции	
семинары, практические занятия	2
практикумы	
лабораторные работы	
Внеаудиторная работа:	
консультация перед экзаменом	
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	
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	**34**
Контроль самостоятельной работы	
Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)	**Экзамен**

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 для очной формы обучения (в академических часах)

№	Наименование разделов и тем занятий	Лекц.	Практ. занятия	Самост. работа	Общая трудоемкость
1.	**Математические основы моделирования**		2	2	6
2.	**Методы математического моделирования**			4	4
3.	Компьютерные технологии			4	4
4.	Элементы теории функций и функционального анализа. Линейные непрерывные функционалы			4	4
5.	Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов. Элементы многомерного статистического анализа			4	4
6.	Экстремальные задачи. Задачи на минимакс. Принцип динамического программирования			4	4
7.	Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации			4	4

8.	Метод последовательного принятия решения. Основы теории игр. Исследование операций			4	4
9.	Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей			4	4
	ИТОГО:		**2**	**34**	**36**

5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Наименование раздела, темы дисциплины (модуля)	**Содержание тем дисциплины (модуля)**
Раздел 1. Математические основы моделирования	Математическая модель представляет собой комбинацию следующих элементов: - переменных (входных и выходных) - всегда имеют область определения параметров - принимают числовые значения функциональных зависимостей; - ограничений (искусственных и естественных) целевых функций (в задачах оптимизации)
Раздел 2. Методы математического моделирования	Принципы определяют общие требования, которым должна удовлетворять правильно построенная модель. Рассмотрим эти принципы. 1. Адекватность. Этот принцип предусматривает соответствие модели целям исследования по уровню сложности и организации, а также соответствие реальной системе относительно выбранного множества свойств. До тех пор, пока не решен вопрос правильно ли отображает модель исследуемую систему, ценность модели незначительна. 2. Соответствие модели решаемой задаче. Модель должна строиться для решения определенного класса задач или конкретной задачи исследования системы. Попытки создания универсальной модели, нацеленной на решение большого числа разнообразных задач, приводят к такому усложнению, что она оказывается практически непригодной. Опыт показывает, что при решении каждой конкретной задачи нужно иметь свою модель, отражающую те аспекты системы, которые являются наиболее важными в данной задаче. Этот принцип связан с принципом адекватности. 3. Упрощение при сохранении существенных свойств системы. Модель должна быть в некоторых отношениях проще прототипа — в этом смысл моделирования. Чем сложнее рассматриваемая система, тем по возможности более упрощенным должно быть ее описание, умышленно утрирующее типичные и игнорирующее менее существенные свойства. Этот принцип может быть назван принципом абстрагирования от второстепенных деталей. 4. Соответствие между требуемой точностью результатов моделирования и сложностью модели. Модели по своей природе всегда носят приближенный характер. Возникает вопрос, каким должно быть это приближение. С одной стороны, чтобы отразить все сколько-нибудь существенные свойства, модель необходимо детализировать. С другой стороны, строить модель, приближающуюся по сложности к реальной системе, очевидно, не имеет смысла. Она не должна быть настолько сложной, чтобы нахождение решения оказалось слишком затруднительным. Компромисс между этими

	двумя требованиями достигается нередко путем проб и ошибок. Практическими рекомендациями по уменьшению сложности моделей являются: о изменение числа переменных, достигаемое либо исключением несущественных переменных, либо их объединением. Процесс преобразования модели в модель с меньшим числом переменных и ограничений называют агрегированием. Например, все типы ЭВМ в модели гетерогенных сетей можно объединить в четыре типа — ПЭВМ, рабочие станции, большие ЭВМ (мейнфреймы), кластерные ЭВМ; о изменение природы переменных параметров. Переменные параметры рассматриваются в качестве постоянных, дискретные — в качестве непрерывных и т.д. Так, условия распространения радиоволн в модели радиоканала для простоты можно принять постоянными; о изменение функциональной зависимости между переменными. Нелинейная зависимость заменяется обычно линейной, дискретная функция распределения вероятностей — непрерывной; о изменение ограничений (добавление, исключение или модификация). При снятии ограничений получается оптимистичное решение, при введении — пессимистичное. Варьируя ограничениями можно найти возможные граничные значения эффективности. Такой прием часто используется для нахождения предварительных оценок эффективности решений на этапе постановки задач; о ограничение точности модели. Точность результатов модели не может быть выше точности исходных данных. 5. Баланс погрешностей различных видов. В соответствии с принципом баланса необходимо добиваться, например, баланса систематической погрешности моделирования за счет отклонения модели от оригинала и погрешности исходных данных, точности отдельных элементов модели, систематической погрешности моделирования и случайной погрешности при интерпретации и осреднении результатов. 6. Многовариантность реализаций элементов модели. Разнообразие реализаций одного и того же элемента, отличающихся по точности (а следовательно, и по сложности), обеспечивает регулирование соотношения «точность/сложность». 7. Блочное строение. При соблюдении принципа блочного строения облегчается разработка сложных моделей и появляется возможность использования накопленного опыта и готовых блоков с минимальными связями между ними. Выделение блоков производится с учетом разделения модели по этапам и режимам функционирования системы. К примеру, при построении модели Для системы радиоразведки можно выделить модель работы излучателей, модель обнаружения излучателей, модель пеленгования и т.д.

Моделирование традиционно применялось при изучении реальной действительности и практической деятельности человека. Автор издания, посвященного содержательным аспектам моделирования, как научного метода решения познавательных и прикладных задач применительно к объектам и процессам макромира, указывает, что уже в III тысячелетии до нашей эры изготовление оружия, инструментов и украшений велось с использованием образцов – моделей. Во II веке до нашей эры Филон Византийский в своём «Своде механики» упоминает модели как предмет общеизвестный и не требующий пояснений. Он пишет, что «… необходимо также иметь метод, при помощи которого по малой модели можно сделать настоящее произведение, точно

передавая соотношение всех соответствующих частей». В аналогичном смысле, но более обстоятельно говорит о моделях Витрувий (I век до н.э.): «Ибо не всё возможно произвести одним и тем же способом, но одни вещи, сделанные по образцу небольшой модели, действуют одинаково и в большом размере, а для других не может быть модели, но их строят сами по себе; некоторые же таковы, что на модели они кажутся правдоподобными, но, будучи, увеличенными, разваливаются …». Традиционно истоки теоретического моделирования относят с античной науке вообще и философии, в частности. И, прежде всего, это связывают с творчеством гениального Архимеда (III век нашей эры). В основе его трактата «О плавающих телах» были сформулированы некоторые законы гидростатики, используемые и в настоящее время. При этом он формулирует и геометрическими методами доказывает десять утверждений о плавании твердых тел в жидкости, используя мысленные или концептуальные представления, характеризующие качественные взаимодействия реальных объектов. Адекватность предложенной Архимедом модели доказывается совпадением вытекающих из неё теоретических построений с результатами непосредственных наблюдений. В частности, его пятое утверждение представляет собой формулировку не устаревшего до настоящего времени закона гидростатического равновесия. На протяжении нескольких последующих веков продолжалось последовательное развитие представлений о физической модели мира, в том числе с применением разнообразных модельных конструкций. Моделирование становится не только, а нередко даже не столько средством и способом поиска рациональных конструкций технических устройств, сколько инструментом для воспроизведения и отладки режимов функционирования реальных объектов. К началу XIII относят попытки использования математики при формулировке каких-либо законов или наблюдаемых в опытах закономерностей. Так, например, Leonardo Pisano (Fibonacci) в 1202 г. в своей книге по арифметике приводит анализ простой модели популяции кроликов. Во второй половине XVII века более серьезную и систематическую попытку введения математики в биологию предпринял ученик Г.Галилея Giovanni Borelli. Он предложил геометрический подход к механике движения животных и человека. Структурно-физические модели в первый период промышленной революции XVIII века становятся обязательным инструментом конструкторских разработок разнообразных технических устройств. В частности, создатель первой паровой машины Дж. Уатт оставил полностью сохранившиеся многочисленные документы, которые наглядно демонстрируют какую роль он отводил моделям и их использованию при создания этого выдающегося изобретения. Существенное продвижение теории моделирования было выполнено Исааком Ньютоном (вторая повинна XVII – начало XVIII века), широко использовавшим в своих работах математические методы и конструкции. До настоящих дней во многих областях естествознания заложена методология ньютоновского подхода к изучению реальной действительности, основанная на абстрагировании и формализации поведения элементов окружающего мира и использовании математических соотношений или моделей. Во второй половине XVIII века всё чаще при решении конкретных технических задач и при проведении физических исследований используются математические формы представления устанавливаемых закономерностей, законов природы и естествознания. Первые математические модели И.Ньютона, Л.Эйлера, Д.Бернулли, Р.Гука и других естествоиспытателей представляли собой простейшие соотношения, как правило, в виде линейных алгебраических уравнений. Эти уравнения связывали между собой основные свойства изучаемого явления, характеризующие состояние или поведения исследуемого объекта реальной действительности. Так, например, основной закон динамики И. Ньютона устанавливал связь между действующей на материальный объект силой и ускорением, с которым он под действием этой силы будет двигаться. Закон Гука указывал на зависимость силы упругости, возникающей в твёрдом теле при его деформации, от величины этой деформации. Физический закон, определяющий связь между электрическим напряжением и силой тока, экспериментально

установленный в 1826 году, был назван в часть его первооткрывателя Георга Ома. Он также относится к этому семейству линейных соотношений между основными свойствами электрический явлений. Примерно в этот же период были получены основные модели для процессов теплопроводности и диффузии. Закон Ж. Фурье устанавливал линейную связь между величиной плотности теплового потока и градиентом температуры, а закон А. Фика – между плотностью диффузионного потока и градиентом концентрации диффундирующего вещества. Эти же законы совместно с законами сохранения внутренней энергии и массы приводят к более сложным математическим соотношениям, связывающим изменения температуры и концентрации в данной точке пространства с соответствующими потоками тепла и диффузии. Эти законы представлялись уже в виде дифференциальных уравнений в частных производных, но они по-прежнему также были линейными. В последующем развитии было выполнено их обобщение и построены более сложные нелинейные модели. Опытные данные в естественных науках и в технической сфере везде играют роль исходного продукта для проверки гипотез и разработки теорий всё более сложных процессов и систем. Совокупность теоретических и экспериментальных моделей, относящихся к некоторому классу инженерно-технических и конструкторских задач, постоянно расширяется и на определённом этапе превращается относительно самостоятельную теорию общетехнического или общенаучного направления. Именно в ходе создания таких теорий в XIX-XX веках теория моделирования, включая математическое, становится их обязательным атрибутом, создаётся современная методология моделирования. Во второй половине XX века в связи с появлением и широким распространением электронных вычислительных машин или компьютеров и их применением практически во всех отраслях науки и техники возникает новая методология математического моделирования – вычислительный или компьютерный эксперимент. Сохраняя основные черты методологии традиционного математического моделирования, он имеет свои особенности и новые интересные свойства. Например, важнейшим отличием этой методологии является принцип многовариантности, который качественно изменяет характер работы специалистов в области математического моделирования. Современный компьютерный эксперимент и новые информационные технологии дефакто становятся обязательным инструментом, как в научных исследованиях, так и в инженерно-конструкторской деятельности. По мере развития общества возрастал уровень математических знаний и степень сложности используемых математических конструкций. Это, в свою очередь, стимулирует развитие, как математического аппарата, так и появление новых направлений и разделов математики. Такое взаимное влияние ускоряет становление теории математического моделирования. Характерной особенностью развития теории математического моделирования во второй половине XX века становится влияние других наук, которые также используют другие методы познания и исследования реальной действительности. В их числу, прежде всего, следует отнести теорию познания, общую теорию систем, системный анализ, кибернетику и другие научные дисциплины и теории. В современной теории моделирования цель и задачи моделирования формулируются следующим образом:

- Цель метода моделирования, как метода познания окружающей действительности, заключается в установлении основных закономерностей и особенностей функционирования реального существующего предмета, явления или процесса;
- Основная задача моделирования состоит в построении некоторого искусственно созданного физического или абстрактного образа реального объекта и исследовании его свойств и выявления разного рода.

Метод моделирования относится к числу наиболее важных инструментов познания, роль и значение которого постоянно возрастают в силу различных причин и обстоятельств. Сущность этого метода состоит в замене исходного реально

существующего объекта его «образом» или «отображением» и дальнейшем изучении модели с помощью различных алгоритмов. Результаты такого изучения в последующем с учетом ряда обстоятельств распространяются на интересующий нас реально существующий объект.

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература:

1. Дифференциальные уравнения: практикум / Л.А. Альсевич, С.А. Мазаник, Г.А. Расолько, Л.П. Черенкова. - Минск: Вышэйшая школа, 2012. - 384 с. - ISBN 978-985-06-2111-5; То же [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135999 (22.11.2016).

2. Асташова, И.В. Дифференциальные уравнения / И.В. Асташова, В.А. Никишкин. - М.: Евразийский открытый институт, 2011. - Ч. 2. - 108 с. - ISBN 978-5-374-00487-8; То же [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90342 (22.11.2016).

3. Коврижных, А.Ю. Дифференциальные и разностные уравнения / А.Ю. Коврижных, О.О. Коврижных; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. - 150 с. - ISBN 978-5-7996-1341-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275742 (22.11.2016).

6.2. Дополнительная литература:

1. Васильева, А.Б. Дифференциальные и интегральные уравнения. Вариационное исчисление в примерах и задачах / А.Б. Васильева, Г.Н. Медведев, Н.А. Тихонов. - М. : Физматлит, 2005. - 214 с. - ISBN 5-9221-0628-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68123 (22.11.2016).

7. Методические рекомендации для выполнения самостоятельной работы

Целью самостоятельной работы является формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, приобретение навыков работы с литературой, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений, подготовки ввыступлений и ведения дискуссий.

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий, выполняется по заданию преподавателя индивидуально и без его непосредственного участия. Виды самостоятельной работы: работа на лекциях; подготовка к практическим занятиям; подготовка к коллоквиумам по разделам изучаемой дисциплины; поисковая работа в Internet; написание рефератов и представление их результатов в презентациях, подготовка к экзамену.

Особое внимание следует уделять подготовке к практическим занятиям. Это форма учебного занятия, на которой организуется детальное рассмотрение отдельных теоретических положений учебной дисциплины и формирует умения и навыки их практического применения путем выполнения поставленных задач. При подготовке к практическим занятиям магистрант должен ознакомиться с конспектом лекции по данной теме и соответствующим разделом базовых учебников. Для подготовки развернутых ответов по поставленным вопросам необходимо использовать дополнительную литературу, в том числе периодические научные издания и электронные ресурсы.

В структуре практического занятия доминирует самостоятельная работа. Основное в самостоятельной работе – это работа над книгой, изучение первоисточников,

выполнение различного рода практических заданий, разбор тестовых заданий и методических рекомендаций преподавателя. Тесты позволяют не только эффективно проверить прочность и глубину их усвоения, но и существенно их расширить при работе со словарем. Важно научиться составлять развернутый план выступления по каждому вопросу практического занятия.

7.1. Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям

1. Понятие меры и интеграла Лебега. Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций.
2. Линейные непрерывные функционалы. Линейные операторы.
3. Элементы спектральной теории.
4. Дифференциальные и интегральные операторы.
5. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах.
6. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование.
7. Минимаксный подход. Метод апостериорного риска. Задачи на минимакс.
8. Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость. Случайные величины и векторы.
9. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения.
10. Элементы теории проверки статистических гипотез. Элементы многомерного статистического анализа.
11. Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации.
12. Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.
13. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей.
14. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума.
15. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений.
16. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов.

7.2. Перечень вопросов для самостоятельного изучения

17. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др.
18. Численные методы вейвлет-анализа.
19. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.
20. Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.
21. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Универсальность математических моделей.
22. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы.
23. Вариационные принципы построения математических моделей.
24. Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.
25. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.
26. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос.
27. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.

7.3. Вопросы для подготовки к экзамену кандидатского минимума

1. Модели и моделирование. Основные понятия, определения.
2. Сущность моделирования
3. Свойства моделей, цели моделирования.
4. Преимущества математического моделирования
5. Цели моделирования и принципы построения математических моделей
6. Классификация математических моделей.
7. Классификация математических моделей в зависимости от сложности объекта моделирования.
8. Классификация математических моделей в зависимости от оператора модели
9. Классификация математических моделей в зависимости от параметров модели
10. Классификация математических моделей в зависимости от целей моделирования и методов исследования
11. Этапы построения математической модели
12. Обследование объекта моделирования
13. Концептуальная и математическая постановка задачи моделирования.
14. Методики предварительной проверки корректности модели
15. Выбор и обоснование выбора метода решения задачи
16. Реализация математической модели в виде программы для ЭВМ
17. Проверка адекватности модели
18. Формальное подтверждение (или обоснование) адекватности разработанной модели
19. Оценка устойчивости и чувствительности модели
20. Практическое использование построенной модели и анализ результатов моделирования
21. Программная реализация конечно-разностного метода. Сходимость и устойчивость ЧМ
22. Суть МКР
23. Постановка задачи приближения функций
24. Сетки и сеточные функции. Свойства сеточной функции
25. Аппроксимация и интерполирование функций, три проблемы интерполяции
26. Классификация методов интерполяции
27. Интерполяционные полиномы
28. Интерполяционный многочлен Лагранжа
29. Табличные разности, их свойства.
30. Особенности задания табличных функций приближенными числами
31. Центральные разности, интерполяционные формулы Ньютона при равноотстоящих узлах
32. Интерполяционные формулы Ньютона при неравноотстоящих узлах Некоторые свойства разностных отношений
33. Интерполяционные формулы Гаусса
34. Интерполяционные формулы Стирлинга и Бесселя
35. Оценка погрешности интерполирования
36. Оптимальный выбор узлов интерполирования

7.4. Вопросы для коллоквиумов, собеседования

1. Планирование активного эксперимента. Задачи планирования активного эксперимента, выбор факторов и требования к ним
2. Планирование полного факторного эксперимента Выбор локальной области факторного пространства
3. Выбор интервалов варьирования факторов при низкой, средней и высокой точности варьирования факторов

4. Матрицы планирования эксперимента Приемы перехода от матрицы меньшей размерности к матрицам большей размерности

5. Свойства матрицы планирования

6.Оценка коэффициентов линейной модели ПФЭ. Учет нелинейности при оценке коэффициентов модели ПФЭ

7. Планирование дробного факторного эксперимента. Обобщенное правило для сокращения числа опытов

8. Выбор полуреплик. Определяющие контрасты и генерирующие соотношения. Разрешающая способность, главные полуреплики

9. Проведение обработки результатов эксперимента, погрешность воспроизводимости эксперимента, понятие рандомизации

10. Вычисление коэффициентов модели при обработке результатов эксперимента, проверка адекватности модели, проверка значимости отдельных коэффициентов регрессии

11. Принятие решений после построения модели процесса при адекватности линейной модели

12. Построение интерполяционной формулы при неадекватности линейной модели

13. Планирование эксперимента при решении задачи оптимизации методом градиента Сущность методики Бокса-Уилсона

14. Принятие решения при неэффективности крутого восхождения

Реферат представляет собой осмысленное изложение в письменном виде или в форме публичного доклада содержания главного и наиболее важного в научной литературе по определенной теме. Такой обзор должен давать представление о современном состоянии изученности той или иной научной проблемы, включая сопоставление точек зрения специалистов, и сопровождаться собственной оценкой их достоверности и убедительности.

В отличие от научных статей, диссертаций, монографий, имеющих целью получения нового знания в ходе самостоятельного исследования и введение его в научный оборот посредством опубликования, реферат не предполагает изложения самостоятельных научных результатов. Рефераты бывают обзорные (созданные на основе нескольких первоисточников) и монографические (созданные на основе одного первоисточника).

Реферат включает следующие аспекты содержания исходного научного текста (оптимальная последовательность аспектов зависит от назначения этого вида работы):

− предмет, тема, цель работы (указываются в том случае, если они не ясны из заглавия документа);

− метод или методология проведения работы (целесообразно описывать в том случае, если они отличаются новизной или представляют интерес с точки зрения данной работы. Широко известные методы только называются);

− результаты работы (описываются предельно точно и информативно. Приводятся основные теоретические и экспериментальные результаты, фактические данные, обнаруженные взаимосвязи и закономерности. При этом отдается предпочтение новым результатам и данным долгосрочного значения, важным открытиям, выводам, которые опровергают существующие теории, а также данным, которые, по мнению автора научного текста, имеют практическое значение. Следует указывать пределы точности и надежности данных, а также степень их обоснованности);

− выводы (могут сопровождаться рекомендациями, оценками, предложениями, гипотезами, описанными в исходном документе);

− дополнительная информация (включает данные, не существенные для основной цели исследования, но имеющие значение вне его основной темы. Можно указывать название организации, в которой выполнена работа, сведения об авторе исходного документа, ссылки на ранее опубликованные документы и т. п. При наличии в исходном

документе серьезных ошибок и противоречий могут даваться примечания автора реферата).

Подготовленный и оформленный в соответствии с требованиями реферат оценивается по следующим критериям:

− достижение поставленной цели и задач исследования;

− уровень эрудированности автора по изученной теме (знание автором состояния изучаемой проблематики, цитирование источников, степень использования в работе результатов исследований);

− личные заслуги автора реферата (новые знания, которые получены помимо образовательной программы, новизна материала и рассмотренной проблемы, научное значение исследуемого вопроса);

− культура письменного изложения материала (логичность подачи материала, грамотность автора);

− культура оформления материалов работы (соответствие реферата всем стандартным требованиям);

− степень обоснованности аргументов и обобщений (полнота, глубина, всесторонность раскрытия темы, корректность аргументации и системы доказательств, характер и достоверность примеров, иллюстративного материала, наличие знаний интегрированного характера, способность к обобщению);

− использование литературных источников.

Преподаватель принимает окончательное решение о степени успешности реферата. *«Зачтено»* выставляется в случае, когда объем реферата составляет 8–10 страниц, текст напечатан аккуратно, в соответствии с требованиями, полностью раскрыта тема реферата, отражена точка зрении автора на рассматриваемую проблему, реферат написан грамотно, без ошибок. При защите реферата студент продемонстрировал отличное знание материала работы, приводил соответствующие доводы, давал полные развернутые ответы на вопросы и аргументировал их.

«Не зачтено» – в случае, когда объем реферата составляет менее 8 страниц, текст напечатан неаккуратно, много опечаток, тема реферата не раскрыта, не отражена точка зрения автора на рассматриваемую проблему, много ошибок в построении предложений. При защите реферата студент продемонстрировал слабое знание материала работы, не смог раскрыть тему не отвечал на вопросы.

Объективность оценки работы преподавателем заключается в определении ее положительных и отрицательных сторон, по совокупности которых он окончательно оценивает представленную работу. При отрицательной рецензии работа возвращается на доработку с последующим представлением на повторную проверку с приложением замечаний, сделанных преподавателем.

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

8.1. Общесистемные требования

Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «КЧГУ»

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) Университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», как на территории Университета, так и вне ее.

Функционирование ЭИОС обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее

использующих и поддерживающих. Функционирование ЭИОС соответствует законодательству Российской Федерации.

Адрес официального сайта университета: http://kchgu.ru.

Адрес размещения ЭИОС ФГБОУ ВО «КЧГУ»: https://do.kchgu.ru.

Электронно-библиотечные системы (электронные библиотеки)

Учебный год	Наименование документа с указанием реквизитов	Срок действия документа
2026-2027 учебный год	Электронно-библиотечная система ООО «Знаниум». Договор № 332 эбс с 02.06.2026г. Электронный адрес: https://znanium.com	С 02.06.2026г. до 01.06.2027г.
2026-2027 учебный год	Электронно-библиотечная система «Лань». Договор № 12 от 26.02.26г. Электронный адрес: https://e.lanbook.com	от 26.02.2026г. до 31.01.2027г.
2026-2027 учебный год	Электронно-библиотечная система КЧГУ. Положение об ЭБ утверждено Ученым советом от 30.09.2015г. Протокол № 1. Электронный адрес: http://lib.kchgu.ru	Бессрочный
2026-2027 учебный год	Национальная электронная библиотека (НЭБ). Договор №101/НЭБ/1391-п от 22. 02. 2023 г. Электронный адрес: http://rusneb.ru	Бессрочный
2026-2027 учебный год	Научная электронная библиотека «ELIBRARY.RU». Лицензионное соглашение №15646 от 21.10.2016 г. Электронный адрес: http://elibrary.ru	Бессрочный
2026-2027 учебный год	Электронный ресурс Polpred.comОбзор СМИ. Соглашение. Бесплатно. Электронный адрес: http://polpred.com	Бессрочный

8.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

Занятия проводятся в учебных аудиториях, предназначенных для проведения занятий лекционного и практического типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в соответствии с расписанием занятий по образовательной программе. С описанием оснащенности аудиторий можно ознакомиться на сайте университета, в разделе материально-технического обеспечения и оснащенности образовательного процесса по адресу: https://kchgu.ru/sveden/objects/

8.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения

- MicrosoftWindows (Лицензия № 60290784), бессрочная
- MicrosoftOffice (Лицензия № 60127446), бессрочная
- ABBY FineReader (Лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная
- CalculateLinux (внесён в ЕРРП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная
- Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная
- Kaspersky Endpoint Security. Договор №0379400000325000001/1 от 28.02.2025г. Срок действия лицензии с 27.02.2025г. по 07.03.2027г.

8.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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 Elsevirhttp://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic.
4. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования - http://fgosvo.ru.
5. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР) – http://edu.ru.
6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (Единая коллекция ЦОР) – http://school-collection.edu.ru.
7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (ИС «Единое окно») – http://window/edu.ru.

9. Особенности организации образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья

В ФГБОУ ВО «Карачаево-Черкесский государственный университет имени У.Д. Алиева» созданы условия для получения высшего образования по образовательным программам обучающихся с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ).

Специальные условия для получения образования по ОПВО обучающимися с ограниченными возможностями здоровья определены «Положением об обучении лиц с ОВЗ в КЧГУ», размещенным на сайте Университета по адресу: http://kchgu.ru.

10. Лист регистрации изменений

В рабочей программе внесены следующие изменения:

Изменение	Дата и номер протокола ученого совета факультета/ института, на котором были рассмотрены вопросы о необходимости внесения изменений в ОПВО	Дата и номер протокола ученого совета Университета, на котором были утверждены изменения в ОПВО
Переутверждена ОП ВО. Обновлены: учебный план, календарный учебный план, РПД, РПП, программы ГИА, воспитания календарный план воспитательной работы. Обновлены договоры: 1. На антивирус Касперского. (Договор №56/2023 от 25 января 2023г.). Действует до 03.03.2025г. 2. Договор №915 ЭБС ООО «Знаниум» от 12.05.2023г. Действует до 15.05.2024г. 3. Договор №36 от 14.03.2024г эбс «Лань». Действует по 19.01.2025г. 4. Договор №238 ЭБС ООО «Знаниум» от 23.04.2024г. Действует до 11 мая 2025г.	23.05.2024г. протокол №10	29.05.2024г. протокол №8
Переутверждена ОП ВО. Обновлены: учебный план, календарный учебный график, РПД, РПП, программы ГИА, воспитания календарный план воспитательной работы. Обновлены договоры: 1. На антивирус Касперского. (Договор№ 0379400000325000001/1 от 28.02.2025г. Действует по 07.03.2027г. 2. Электронно-библиотечная система «Лань». Договор № 10 от 11.02.2025. 3. Электронно-библиотечная система «Лань». Договор № 12 от 26.02.26г. Действует до 31.01.2027г. 4. Договор № 249-эбс ООО «Знаниум» от 14.05.2025г. Действует до 14.05.2026г.	29.04.2025г., протокол № 8	30.04.2025г., протокол № 8
Переутверждена ОП ВО. Обновлены: учебный план, календарный учебный график, РПД, РПП, программы ГИА, воспитания календарный план воспитательной работы. Обновлен договор №332 эбс ООО «Знаниум» от 02.06.2026г. Действует с 02.06.2026г. до 01.06.2027г.	27.04.2026г., протокол № 8	29.04.2026г., протокол № 7 03.06.2026г., протокол № 8