

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

Факультет экономики и управления

Кафедра экономики и прикладной информатики

УТВЕРЖДАЮ

И. о. проректора по УР

М. Х.

Чанкаев

«29» апреля 2026 г., протокол

№ 7

Рабочая программа дисциплины

Математическое и имитационное моделирование

(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки

09.03.03 Прикладная информатика

(шифр, название направления)

направленность (профиль) программы

Прикладная информатика в экономике

Квалификация выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная/заочная

Год начала подготовки – 2024

Карачаевск, 2026

Составитель: *ст.преп. Узденова М.Б.*

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 922 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования» - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика» с изменениями и дополнениями от 8 февраля 2021 г., образовательной программой высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, профиль – Прикладная информатика в экономике; локальными актами КЧГУ.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры экономики и прикладной информатики на 2026-2027 уч. год, протокол № 8 от 15.04. 2026 г.

Оглавление

1.	Наименование дисциплины (модуля):	4
2.	Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	4
3.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
4.	Объём 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 отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	6
5.1.	Разделы дисциплины и трудоёмкость по видам учебных занятий (в академических часах) ...	6
5.2.	Примерная тематика курсовых работ.....	9
6.	Основные формы учебной работы и образовательные технологии, используемые при реализации образовательной программы.....	9
7.	Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).....	11
7.1.	Индикаторы оценивания сформированной компетенций	11
7.2.	Перевод балльно- рейтинговых показателей оценки качества подготовки обучающихся в отметки традиционной системы оценивания.	12
7.3.	Типовые контрольные вопросы и задания, необходимые для оценивания сформированности компетенций в процессе освоения учебной дисциплины	12
7.3.1.	Перечень вопросов для зачета/экзамена	12
8.	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)	14
9.	Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля)	15
9.1.	Общесистемные требования	15
9.2.	Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины	16
9.3.	Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения	16
9.4.	Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ...	16
10.	Особенности организации образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья.....	17
11.	Лист изменений в РПД	18

1. Наименование дисциплины (модуля): Математическое и имитационное моделирование

Целью данного курса является освоение студентами теоретических знаний и приобретение практических навыков по формулированию прикладных экономико-математических и созданию имитационных моделей, их использованию для поддержки принятия управленческих решений.

Для достижения цели ставятся задачи:

- изучение основных классов оптимизационных задач в конечномерных пространствах;
- формирование навыков создания и использования математических моделей;
- изучение математического аппарата, необходимого для анализа и решения экстремальных задач в конечномерных пространствах, а также алгоритмов для решения основных классов оптимизационных задач.

Цели и задачи дисциплины определены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки «09.03.03.- Прикладная информатика».

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) относится к Блоку 1 и реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина (модуль) изучается на 3 курсе в 5,6 семестрах очной и 2, 3 курсе заочной форм обучения.

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
Индекс	Б1.В.05
Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по таким дисциплинам как: «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Исследование операций и методы оптимизации», в объёме изучаемой программы бакалавриата по направлению «Прикладная информатика»	
Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
Курс " Математическое и имитационное моделирование " является основой для последующего изучения таких дисциплин как: «Моделирование экономических процессов»; «Экономико-математические методы и модели». Также, полученные знания в процессе изучения дисциплины, позволят успешно пройти все виды практик.	

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций обучающегося:

Код компетенций	Содержание компетенции в соответствии с ФГОС ВО/ ПООП/ ООП	Индикаторы достижения компетенций
ПК-4	Способность моделировать прикладные (бизнес)	ПК-4.1. Знает методику моделирования прикладных

	процессы и предметную область	процессов и предметной области ПК-4.2 Умеет осуществлять моделирование прикладных процессов и предметной области ПК-4.3 Владеет навыками моделирования прикладных процессов и предметной области при помощи современного программного обеспечения
--	-------------------------------	---

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

Объём дисциплины	Всего часов		
	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения	Заочная форма обучения
Общая трудоёмкость дисциплины	180		
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	90		20
Аудиторная работа (всего):	90	-	20
в том числе:			
лекции	36	-	8
семинары, практические занятия		-	
практикумы		-	
лабораторные работы	54	-	12
Внеаудиторная работа:			
консультация перед зачётом	-	-	-
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)	72	-	148
Контроль самостоятельной работы	18	-	12
Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачёт / экзамен)	зачет (5 сем), экзамен (6 сем)	-	зачет (3 курс), экзамен (3 курс)

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

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

Очная форма обучения

№ п/ п	Раздел, тема дисциплины	Общая трудоёмкос ть (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоёмкость (в часах)			
			Аудиторные уч. занятия			Сам. раб.
			Лек	Пр	Лаб	
1.	Раздел 1. Математическое моделирование. Математические предпосылки создания имитационных моделей					
2.	Основные понятия теории моделирования, современное состояние и общая характеристика проблемы моделирования систем. Понятия модели объекта и моделирования. Классификация моделей и видов моделирования. Возможности и ограничения моделирования. Основные задачи, решаемые с помощью моделирования в экономике.	20	4		8	8
3.	Сущность математического моделирования. Технология математического моделирования и ее основные этапы. Математические методы, используемые для разработки и исследования экономико-математических моделей.	12	4		4	4
4.	Моделирование случайных величин и событий. Получение случайных чисел на ЭВМ. Датчики случайных величин. Методы генерации дискретных случайных величин. Методы генерации непрерывных случайных величин.	12	4		4	4
5.	Метод Монте-Карло. Применение метода Монте-Карло в имитационном моделировании. Понятие метода Монте-Карло. Общие представления об оценке точности результатов, полученных методом Монте-Карло.	12	4		4	4
6.	Математические схемы моделирования систем. Непрерывно-детерминированные (<i>D</i> -схемы), дискретно-детерминированные (<i>F</i> -схемы), дискретно-стохастические (<i>P</i> -схемы), непрерывно-стохастические (<i>Q</i> -схемы); сетевые (<i>N</i> -схемы), универсальные (<i>A</i> -схемы) модели.	20	4		8	8
7.	Моделирование экономических процессов в виде систем массового обслуживания. Понятие системы массового обслуживания (СМО). Потоки, задержки, обслуживание. Показатели эффективности и качества работы СМО.	20	2		8	10
8.	Раздел 2. Технология имитационного моделирования					

9.	Сущность имитационного моделирования, его применение в экономике. Основные этапы имитационного моделирования. Функциональная структурная и динамическая имитационная модели объекта экономики.	8	2		2	4
10.	Методологические подходы в имитационном моделировании. Дискретно-событийное моделирование. Системная динамика. Агентное моделирование.	8	2		2	4
11.	Имитационное моделирование систем массового обслуживания.	8	2		2	4
12.	Программные средства имитационного моделирования. Технологические возможности современных систем моделирования.	8	2		2	4
13.	Испытание и исследование свойств имитационной модели. Адекватность модели. Верификация модели. Оценка точности результатов моделирования. Анализ чувствительности имитационной модели.	12	2		4	6
14.	Планирование, проведение и анализ результатов компьютерного эксперимента. Планирование компьютерного эксперимента. Планирование экспериментов с помощью факторных планов.	8	2		2	4
15.	Имитационные модели процессов на предприятиях и в организациях различных отраслей экономики, процессов мировой экономики. Имитационное моделирование социально-экономических систем. Имитационные модели производственных систем. Имитационные модели финансовых процессов. Макроэкономические имитационные модели.	14	2		4	8
16.	Контроль	18				
	Итого	180	36	0	54	72

Заочная форма обучения

№ п/п	Раздел, тема дисциплины	Общая трудоемкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
		всего	Аудиторные уч. занятия			Сам. раб.
			Лек	Пр	Лаб	
	Раздел 1. Математическое моделирование. Математические предпосылки создания имитационных моделей					
	Основные понятия теории моделирования, современное состояние и общая характеристика проблемы моделирования систем. Понятия модели объекта и моделирования. Классификация моделей и видов моделирования. Возможности и ограничения моделирования. Основные задачи, решаемые с помощью моделирования в экономике.	18	2			12
2.	Сущность математического моделирования. Технология математического моделирования и ее основные этапы. Математические методы,	10	2			14

	используемые для разработки и исследования экономико-математических моделей.					
3.	Моделирование случайных величин и событий. Получение случайных чисел на ЭВМ. Датчики случайных величин. Методы генерации дискретных случайных величин. Методы генерации непрерывных случайных величин.	10			2	14
4.	Метод Монте-Карло. Применение метода Монте-Карло в имитационном моделировании. Понятие метода Монте-Карло. Общие представления об оценке точности результатов, полученных методом Монте-Карло.	10				12
5.	Математические схемы моделирования систем. Непрерывно-детерминированные (<i>D</i> -схемы), дискретно-детерминированные (<i>F</i> -схемы), дискретно-стохастические (<i>P</i> -схемы), непрерывно-стохастические (<i>Q</i> -схемы); сетевые (<i>N</i> -схемы), универсальные (<i>A</i> -схемы) модели.	20			2	12
6.	Моделирование экономических процессов в виде систем массового обслуживания. Понятие системы массового обслуживания (СМО). Потоки, задержки, обслуживание. Показатели эффективности и качества работы СМО.	18			2	12
	Раздел 2. Технология имитационного моделирования					
7.	Сущность имитационного моделирования, его применение в экономике. Основные этапы имитационного моделирования. Функциональная структурная и динамическая имитационная модели объекта экономики.	14	2			10
8.	Методологические подходы в имитационном моделировании. Дискретно-событийное моделирование. Системная динамика. Агентное моделирование.	18				10
9.	Имитационное моделирование систем массового обслуживания.	18				10
10.	Программные средства имитационного моделирования. Технологические возможности современных систем моделирования.	16	2			10
11.	Испытание и исследование свойств имитационной модели. Адекватность модели. Верификация модели. Оценка точности результатов моделирования. Анализ чувствительности имитационной модели.	18			2	10
12.	Планирование, проведение и анализ результатов компьютерного эксперимента. Планирование компьютерного эксперимента. Планирование экспериментов с помощью факторных планов.	18			2	10
13.	Имитационные модели процессов на предприятиях и в организациях различных отраслей экономики, процессов мировой экономики. Имитационное моделирование социально-экономических систем. Имитационные модели производственных систем. Имитационные модели финансовых процессов. Макроэкономические имитационные модели.	28			2	12
	Контроль	12				
	Итого	180	8		12	148

5.2. Примерная тематика курсовых работ

Не предусмотрены учебным планом.

6. Основные формы учебной работы и образовательные технологии, используемые при реализации образовательной программы

Лекционные занятия. Лекция является основной формой учебной работы в вузе, она является наиболее важным средством теоретической подготовки обучающихся. На лекциях рекомендуется деятельность обучающегося в форме активного слушания, т.е. предполагается возможность задавать вопросы на уточнение понимания темы и рекомендуется конспектирование основных положений лекции. Основная дидактическая цель лекции - обеспечение ориентировочной основы для дальнейшего усвоения учебного материала. Лекторами активно используются: лекция-диалог, лекция - визуализация, лекция - презентация. Лекция - беседа, или «диалог с аудиторией», представляет собой непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Ее преимущество состоит в том, что она позволяет привлекать внимание слушателей к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учётом особенностей аудитории. Участие обучающихся в лекции – беседе обеспечивается вопросами к аудитории, которые могут быть как элементарными, так и проблемными.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Рекомендуется на первой лекции довести до внимания студентов структуру дисциплины и его разделы, а в дальнейшем указывать начало каждого раздела (модуля), суть и его задачи, а, закончив изложение, подводить итог по этому разделу, чтобы связать его со следующим. Содержание лекций определяется настоящей рабочей программой дисциплины. Для эффективного проведения лекционного занятия рекомендуется соблюдать последовательность ее основных этапов:

1. формулировку темы лекции;
2. указание основных изучаемых разделов или вопросов и предполагаемых затрат времени на их изложение;
3. изложение вводной части;
4. изложение основной части лекции;
5. краткие выводы по каждому из вопросов;
6. заключение;
7. рекомендации литературных источников по излагаемым вопросам.

Лабораторные работы и практические занятия. Дисциплины, по которым планируются лабораторные работы и практические занятия, определяются учебными планами. Лабораторные работы и практические занятия относятся к основным видам учебных занятий и составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки. Выполнение студентом лабораторных работ и практических занятий направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин математического и общего естественно-научного, общепрофессионального и профессионального циклов;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива. Методические рекомендации разработаны с целью единого подхода к организации и проведению лабораторных и практических занятий.

Лабораторная работа — это форма организации учебного процесса, когда студенты по заданию и под руководством преподавателя самостоятельно проводят опыты, измерения, элементарные исследования на основе специально разработанных заданий. Лабораторная работа как вид учебного занятия должна проводиться в специально оборудованных учебных аудиториях. Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы. Дидактические цели лабораторных занятий:

- формирование умений решать практические задачи путем постановки опыта;
- экспериментальное подтверждение изученных теоретических положений, экспериментальная проверка формул, расчётов;
- наблюдение и изучения явлений и процессов, поиск закономерностей;
- изучение устройства и работы приборов, аппаратов, другого оборудования, их испытание;
- экспериментальная проверка расчетов, формул.

Практическое занятие — это форма организации учебного процесса, направленная на выработку у студентов практических умений для изучения последующих дисциплин (модулей) и для решения профессиональных задач. Практическое занятие должно проводиться в учебных кабинетах или специально оборудованных помещениях. Необходимыми структурными элементами практического занятия, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются анализ и оценка выполненных работ и степени овладения студентами запланированными умениями. Дидактические цели практических занятий: формирование умений (аналитических, проектировочных, конструктивных), необходимых для изучения последующих дисциплин (модулей) и для будущей профессиональной деятельности.

Семинар - форма обучения, имеющая цель углубить и систематизировать изучение наиболее важных и типичных для будущей профессиональной деятельности обучаемых тем и разделов учебной дисциплины. Семинар - метод обучения анализу теоретических и практических проблем, это коллективный поиск путей решений специально созданных проблемных ситуаций. Для студентов главная задача состоит в том, чтобы усвоить содержание учебного материала темы, которая выносится на обсуждение, подготовиться к выступлению и дискуссии. Семинар - активный метод обучения, в применении которого должна преобладать продуктивная деятельность студентов. Он должен развивать и закреплять у студентов навыки самостоятельной работы, умения составлять планы теоретических докладов, их тезисы, готовить развернутые сообщения и выступать с ними перед аудиторией, участвовать в дискуссии и обсуждении.

В процессе подготовки к практическим занятиям, обучающимся необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у обучающихся свое отношение к конкретной проблеме. Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной преподавателем по каждой теме семинарского или практического занятия, что позволяет обучающимся проявить свою индивидуальность в рамках выступления на данных занятиях, выявить широкий спектр мнений по изучаемой проблеме.

Образовательные технологии. При проведении учебных занятий по дисциплине используются традиционные и инновационные, в том числе информационные

образовательные технологии, включая при необходимости применение активных и интерактивных методов обучения.

Традиционные образовательные технологии реализуются, преимущественно, в процессе лекционных и практических (семинарских, лабораторных) занятий. Инновационные образовательные технологии используются в процессе аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов в виде применения активных и интерактивных методов обучения. Информационные образовательные технологии реализуются в процессе использования электронно-библиотечных систем, электронных образовательных ресурсов и элементов электронного обучения в электронной информационно-образовательной среде для активизации учебного процесса и самостоятельной работы студентов.

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

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

7.1. Индикаторы оценивания сформированной компетенций

Компетенции	Зачтено			Не зачтено
	Высокий уровень (отлично) (86-100% баллов)	Средний уровень (хорошо) (71-85% баллов)	Низкий уровень (удовлетворительно) (56-70% баллов)	Ниже порогового уровня (неудовлетворительно) (до 55 % баллов)
ПК-4: Способность моделировать прикладные (бизнес) процессы и предметную область.	ПК-4.1. В полном объеме знает методы моделирования прикладных процессов и предметной области, используемые для решения задач профессиональной деятельности.	ПК-4.1. Знает методы моделирования прикладных процессов и предметной области, используемые для решения задач профессиональной деятельности.	ПК-4.1. В целом знает методы моделирования прикладных процессов и предметной области, используемые для решения задач профессиональной деятельности.	ПК-4.1. Не знает методы моделирования прикладных процессов и предметной области, используемые для решения задач профессиональной деятельности.
	ПК-4.2. В полном объеме осуществлять моделирование прикладных процессов и предметной области для решения	ПК-4.2. Умеет осуществлять моделирование прикладных процессов и предметной области для решения прикладных	ПК-4.2. В целом умеет осуществлять моделирование прикладных процессов и предметной области для решения	ПК-4.2. Не умеет осуществлять моделирование прикладных процессов и предметной области для решения прикладных задач.

	прикладных задач.	задач.	прикладных задач.	
	ПК-4.3. В полном объеме владеет навыками моделирования прикладных процессов и предметной области при помощи современного программного обеспечения для решения задач профессиональной деятельности.	ПК-4.3. Владеет навыками моделирования прикладных процессов и предметной области при помощи современного программного обеспечения для решения задач профессиональной деятельности.	ПК-4.3. В целом владеет навыками моделирования прикладных процессов и предметной области при помощи современного программного обеспечения для решения задач профессиональной деятельности.	ПК-4.3. Не владеет навыками моделирования прикладных процессов и предметной области при помощи современного программного обеспечения для решения задач профессиональной деятельности.

7.2. Перевод балльно- рейтинговых показателей оценки качества подготовки обучающихся в отметки традиционной системы оценивания.

Порядок функционирования внутренней системы оценки качества подготовки обучающихся и перевод балльно- рейтинговых показателей обучающихся в отметки традиционной системы оценивания проводится в соответствии с положением КЧГУ «Положение о балльно- рейтинговой системе оценки знаний обучающихся», размещённым на сайте Университета по адресу: <https://kchgu.ru/inye-lokalnye-akty/>

7.3. Типовые контрольные вопросы и задания, необходимые для оценивания сформированности компетенций в процессе освоения учебной дисциплины

7.3.1. Перечень вопросов для зачета/экзамена

Вопросы для зачета:

1. Транспортная задача и ее свойства. Закрытые и открытые модели.
2. Метод потенциалов для решения транспортной задачи.
3. Транспортные задачи с ограничениями.
4. Анализ устойчивости ЗЛП.
5. Задачи целочисленного линейного программирования, экономические приложения.
Метод отсечения Гомори. Метод ветвей и границ.
6. Постановка задачи одномерной оптимизации.
7. Метод дихотомии.
8. Метод Фибоначчи.
9. Метод "золотого сечения".
10. Задача многомерной оптимизации без ограничений.

11. Модели и условия сходимости численных методов.
12. Градиентные и методы в R^n .
13. Методы сопряженных градиентов.
14. Задача многомерной оптимизации с ограничениями.
15. Метод проекции градиента.
16. Метод условного градиента.
17. Метод возможных направлений.
18. Метод штрафных функций.
19. Многокритериальные задачи исследования операций. Основные понятия и определения.
20. Эффективные и слабоэффективные решения.
21. Построение множества эффективных решений и проверка эффективности выделенного решения.
22. Основные понятия теории графов.
23. Ориентированные и неориентированные графы.
24. Задача о построении остовного дерева минимального веса.
25. Задача о построении кратчайшего пути между двумя заданными вершинами.
26. коммивояжера. Метод ветвей и границ.
27. Алгоритмы решения экстремальных задач на графах.

Вопросы для экзамена:

1. Моделирование экономических процессов в виде систем массового обслуживания.
2. Понятие системы массового обслуживания (СМО).
3. Потоки, задержки, обслуживание. Показатели эффективности и качества работы СМО.
4. Сущность имитационного моделирования, его применение в экономике.
5. Понятие о модельном времени. Механизмы продвижения модельного времени.
6. Основные этапы имитационного моделирования.
7. Функциональная структурная и динамическая имитационная модели объекта экономики.
8. Методологические подходы в имитационном моделировании.
9. Дискретно-событийное моделирование.
10. Системная динамика.
11. Агентное моделирование.

12. Имитационное моделирование систем массового обслуживания.
13. Программные средства имитационного моделирования.
14. Технологические возможности современных систем моделирования.
15. Испытание и исследование свойств имитационной модели.
16. Адекватность модели. Верификация модели. Оценка точности результатов моделирования. Анализ чувствительности имитационной модели.
17. Планирование, проведение и анализ результатов компьютерного эксперимента. Планирование компьютерного эксперимента. Планирование экспериментов с помощью факторных планов.
18. Имитационные модели процессов на предприятиях и в организациях различных отраслей экономики, процессов мировой экономики.
19. Имитационное моделирование социально-экономических систем.
20. Имитационные модели производственных систем.
21. Имитационные модели финансовых процессов.
22. Макроэкономические имитационные модели.

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

8.1. Основная литература:

1. Безруков, А. И. Математическое и имитационное моделирование : учебное пособие / А. И. Безруков, О. Н. Алексенцева. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 227 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-012709-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1005911>
2. Булыгина, О. В. Имитационное моделирование в экономике и управлении : учебник / О.В. Булыгина, А.А. Емельянов, Н.З. Емельянова ; под ред. д-ра экон. наук, проф. А.А. Емельянова. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 592 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/textbook_5b5ab5571bd995.05564317. - ISBN 978-5-16-014523-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2084960>
3. Лычкина, Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов : учебное пособие / Н.Н. Лычкина. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 254 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/724. - ISBN 978-5-16-018933-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2079693>
4. Пителинский, К. В. Имитационное моделирование социотехнических систем: основы теории массового обслуживания : учебное пособие / К.В. Пителинский, А.В. Бородин. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 175 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/1856786. - ISBN 978-5-16-017475-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1856786>

8.2. Дополнительная литература:

1. Бурьков, Д. В. Математическое и имитационное моделирование электротехнических и робототехнических систем : учебное пособие / Д. В. Бурьков, Ю. П. Волощенко ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2020. - 159 с. - ISBN 978-5-9275-3625-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1308357>
2. Булыгина, О. В. Имитационное моделирование в экономике и управлении : учебник / О.В. Булыгина, А.А. Емельянов, Н.З. Емельянова ; под ред. д-ра экон. наук, проф. А.А. Емельянова. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 592 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/textbook_5b5ab5571bd995.05564317. - ISBN 978-5-16-014523-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1192240>
3. Касимова, Т. М. Математическое и имитационное моделирование : учебно-методическое пособие / Т. М. Касимова. — Махачкала : ДГУ, 2017. — 76 с. — Текст : электронный// Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/158407>
4. Кобелев, Н. Б. Имитационное моделирование объектов с хаотическими факторами: Учебное пособие / Кобелев Н.Б. - Москва : КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 192 с.: - (Бакалавриат). - ISBN 978-5-906818-20-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/754579>
5. Бабина О.И. Имитационное моделирование процессов планирования на промышленном предприятии [Электронный ресурс] : монография / О.И. Бабина, Л.И. Мошкович. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. - 152 с. - ISBN 978-5-7638-3082-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/506049>
6. Токарев, К. Е. Имитационное моделирование экономических процессов: учебное пособие / Токарев К.Е. - Волгоград:Волгоградский ГАУ, 2015. - 88 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/615286>

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

9.1. 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».	от 12.05.2026г. до 11.05.2027г.

	Договор № 332 эбс от 02.06.2026 г. Электронный адрес: https://znanium.com	
2026-2027 учебный год	Электронно-библиотечная система «Лань». Договор № 10 от 11.02.2025 г. Электронный адрес: https://e.lanbook.com	от 11.02.2025г. до 11.02.2026г.
2026-2027 учебный год	Электронно-библиотечная система КЧГУ. Положение об ЭБ утверждено Ученым советом от 30.09.2015г. Протокол № 1. Электронный адрес: http://lib.kchg.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.com Обзор СМИ. Соглашение. Бесплатно. Электронный адрес: http://polpred.com	Бессрочный

9.2. 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 оснащённости аудиторий можно ознакомиться на сайте университета, в разделе материально-технического обеспечения и оснащённости образовательного процесса по адресу: <https://kchg.ru/sveden/objects/>

9.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения

- Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная
- Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная
- ABBY FineReader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная
- Calculate Linux (внесён в ЕРПП 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.

9.4. 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 Elsevier <http://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>.

10. 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>.

11. Лист изменений в РПД

Изменение	Дата и номер ученого совета факультета/института, на котором были рассмотрены вопросы о необходимости внесения изменений	Дата и номер протокола ученого совета Университета, на котором были утверждены изменения	Дата введения изменений
Обновлены договоры: 1. На антивирус Касперского. (Договор №56/2023 от 25 января 2023г.). Действует до 03.03.2025г. 2. На антивирус Касперского. (Договор0379400000325000001/1 от 28.02.2025г. Действует по 07.03.2027г. 3. Договор № 915 ЭБС ООО «Знаниум» от 12.05.2023г. Действует до 15.05.2024г. 4. Договор №238 эбс ООО «Знаниум» от 23.04.2024г. Действует до 11 мая 2025г. 5. Договор № 249 эбс ООО «Знаниум» от 14.05.2025г. Действует до 14.05.2026г. 6. Договор № 36 от 14.03.2024г. эбс «Лань». Действует по 19.01.2025г. 7. Договор №10 от 11.02.2025г. эбс «Лань». Действует по 11.02.2026г.		30.04.2025г., протокол № 8	30.04.2025г.,