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»

Естественно-географический факультет

Кафедра экологии и природопользования

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

Рабочая программа дисциплины

Математическое моделирование в экологии

(наименование дисциплины (модуля)

Направление подготовки

05.03.06 Экология и природопользование

(шифр, название направления)

Направленность (профиль) подготовки

Природопользование

Квалификация выпускника

бакалавр

Форма обучения

Очная/заочная

Год начала подготовки

2026

Карачаевск, 2026

Составитель: канд. пед. наук, доц. Чомаева М.Н.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07.08.2020 №894, на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 05.03.06 Экология и природопользование, направленность (профиль) программы «Природопользование», локальных актов КЧГУ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры экологии и природопользования на 2026-2027 протокол № 7/1 от 27.04.2026 г.

Оглавление

1. Наименование дисциплины (модуля): 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы..... 4
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы..... 4
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 (в академических часах)... 6
5.2. Примерная тематика курсовых работ 8
6. Основные формы учебной работы и образовательные технологии, используемые при реализации образовательной программы..... 8
7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)..... 11
7.1. Индикаторы оценивания сформированности компетенций 11
7.2. Перевод бально-рейтинговых показателей оценки качества подготовки обучающихсяв 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
7.3.2. Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям:.....13
выступлениям:.....13
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля) 14
8.1. Основная литература:..... 14
8.2. Дополнительная литература:..... 14
9. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля) 14
9.1. Общесистемные требования..... 14
9.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины..... 15
9.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения..... 15
9.4. Современные профессиональныебазы данных и информационные справочные системы 15
10. Особенности организации образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья 16
11. Лист регистрации изменений..... 17

1. Наименование дисциплины (модуля):

Математическое моделирование в экологии

Целью изучения дисциплины является сформировать у студентов способность конкретного математического мышления в области экологии

Для достижения цели ставятся задачи:

- в доступной форме дать представление о математическом моделировании в экологии, его целях, задачах, методах построения и исследования моделей;
- дать понятие о вопросах оптимизации и управления в эко-, биотехнических системах и т.д.;
- подготовить студентов к практической работе по исследованию поведения экосистем и прогнозированию этого поведения в условиях меняющихся внешних воздействий.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математическое моделирование в экологии» (Б1.О.25) относится к Блоку 1, реализуется в рамках обязательной части.

Дисциплина (модуль) изучается на 2 курсе в 4 семестре.

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
Индекс	Б1.О.25
Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
Для освоения дисциплины обучающиеся используют компетенции, полученные на предыдущем уровне образования.	
Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
Дисциплина «Математическое моделирование в экологии» является базовым для успешного освоения дисциплины «Охрана окружающей среды», «Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды», «Техногенные системы и экологический риск», «Глобальные проблемы природопользования», «Современные экологические проблемы». Изучение дисциплины необходимо для успешного освоения дисциплин профессионального цикла и практик.	

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

Процесс изучения дисциплины «Математическое моделирование в экологии» направлена на формирование следующих компетенций обучающегося:

Код компетенций	Содержание компетенции в соответствии с ФГОС ВО / ОПВО	Индикаторы достижения сформированности компетенций
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных	УК-1.1. Знает методы поиска, сбора и обработки информации; УК-1.2. Умеет выделять необходимую информацию и использовать ее для решения экологических проблем; критически анализировать получаемую информацию,

	задач	адаптируя ее в гипотезах сбалансированного природопользования и устойчивого развития; УК-1.3. Владеет методологией системного анализа и синтеза окружающей среды для решения задач повышения ее качества
ОПК-3	Способен применять базовые методы экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Знает базовые методы экологических исследований ОПК-3.2. Умеет применять базовые методы экологических исследований. ОПК-3.3. Владеет навыками применения базовых методов экологических исследований в профессиональной деятельности.

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 5 ЗЕТ, 180 академических часа.

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	180	
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) * (всего)		
Аудиторная работа (всего):	72	12
в том числе:		
лекции	36	6
семинары, практические занятия	36	6
практикумы	Не предусмотрено	Не предусмотрено
лабораторные работы	Не предусмотрено	Не предусмотрено
Внеаудиторная работа:		
консультация перед зачетом		
Внеаудиторная работа также включает индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, групповые, индивидуальные консультации и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем), творческую работу (эссе), рефераты, контрольные работы и др.		
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	72	164
Контроль самостоятельной работы	36	4
Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)	зачет	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)

Очная форма обучения

№ п/п	Курс/ семестр	Раздел, тема дисциплины	Общая трудоемкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				
			Всего **180**	Аудиторные уч. занятия			Сам. работа	Контроль
				Лек.	Пр.	Лаб.		
	2/4	Раздел 1. Основные сведения о моделировании в экологии.	**180**	**36**	**36**		**72**	**36**
1.		Тема: Математическое моделирование в экологии как наука.	6	4			2	
2.		Тема: Предмет и специфика математической экологии.	8		4		4	
3.		Тема: Общие принципы моделирования в экологии.	8	4			4	
4.		Тема: Основные элементы для построения моделей	8		4		4	
5.		Тема: Математические методы моделирования в экологии	8	4			4	
6.		Тема: Аспекты методов моделирования	8		4		4	
7.		Тема: Модели популяционной динамики.	10	4			6	
8.		Тема: Моделирование роста популяции.	8		4		4	
9.		Тема: Модели межвидовой конкуренции.	8	4			4	
10.		Тема: Моделирование процесса межвидовой конкуренции.	8		4		4	
11.		Тема: Модели популяций и сообществ.	8	4			4	
12.		Тема: Моделирование взаимодействия популяций хищника и жертвы.	6		4		2	
13.		Тема: Статистическая обработка результатов исследований в экологии.	10	4			6	
14.		Тема: Статистическая обработка результатов	6		4		2	

		измерений радиоактивности атмосферных выпадений.						
15.		Тема: Общая схема статистического анализа.	10	4			6	
16.		Тема: Расчет коэффициента вариации и стандартной ошибки средней арифметической величины.	8		4		4	
17.		Тема: Значение методов моделирования в экологии.	8	4			4	
18.		Тема: Применение методов моделирования как важное звено.	8		4		4	
19.		Контроль	36					36

Заочная форма обучения

№ п/п	Курс/ семестр	Раздел, тема дисциплины	Общая трудоемкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				
			Всего **180**	Аудиторные уч. занятия			Сам. работа	Контроль
				Лек.	Пр.	Лаб.		
	3/6	Раздел 1. Основные сведения о моделировании в экологии.	**180**	**6**	**6**		**164**	**4**
1.		Тема: Математическое моделирование в экологии как наука.	10	2			8	
2.		Тема: Предмет и специфика математической экологии.	10		2		8	
3.		Тема: Общие принципы моделирования в экологии.	10	2			8	
4.		Тема: Основные элементы для построения моделей	10		2		8	
		Тема: Характеристика и общие принципы моделирования в экологии и природопользовании.	10	2			8	
5.		Тема: Характеристика основных элементов моделей в экологии и природопользовании.	10		2		8	
6.		Тема: Математические методы моделирования в экологии	10				10	
7.		Тема: Аспекты методов моделирования.	8				8	
8.		Тема: Модели популяционной динамики.	10				10	
9.		Тема: Моделирование роста	8				8	

		популяции.						
10.		Тема: Модели межвидовой конкуренции.	8				8	
11.		Тема: Моделирование процесса межвидовой конкуренции.	10				10	
12.		Тема: Модели популяций и сообществ.	6				6	
13.		Тема: Моделирование взаимодействия популяций хищника и жертвы.	8				8	
14.		Тема: Статистическая обработка результатов исследований в экологии.	10				10	
15.		Тема: Статистическая обработка результатов измерений радиоактивности атмосферных выпадений.	6				6	
16.		Тема: Общая схема статистического анализа.	8				8	
17.		Тема: Расчет коэффициента вариации и стандартной ошибки средней арифметической величины.	8				8	
18.		Тема: Значение методов моделирования в экологии.	8				8	
19.		Тема: Применение методов моделирования как важное звено.	8				8	
20.		Контроль	4					4

5.2. Примерная тематика курсовых работ

Учебным планом не предусмотрены

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 учетом 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, расчетов;
- 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 сформированности 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)
УК - 1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знает методы поиска, сбора и обработки информации.	УК-1.1. Знает основные методы поиска, сбора и обработки информации.	УК-1.1. Знает основные методы поиска, сбора и обработки информации.	УК-1.1. Знает фрагментарно методы поиска, сбора и обработки информации.
	УК-1.2. Умеет выделять необходимую информацию и использовать ее для решения экологических проблем; критически анализировать получаемую информацию, адаптируя ее в гипотезах сбалансированного природопользования и устойчивого развития.	УК-1.2. Умеет выделять необходимую информацию и использовать ее для решения экологических проблем; критически анализировать получаемую информацию, адаптируя ее в гипотезах сбалансированного природопользования и устойчивого развития.	УК-1.2. Умеет выделять необходимую информацию и использовать ее для решения экологических проблем; критически анализировать получаемую информацию, адаптируя ее в гипотезах сбалансированного природопользования и устойчивого развития.	УК-1.2. Не умеет выделять необходимую информацию и использовать ее для решения экологических проблем; критически анализировать получаемую информацию, адаптируя ее в гипотезах сбалансированного природопользования и устойчивого развития.
	УК-1.3. Владеет методологией системного анализа и синтеза окружающей среды для решения задач повышения ее качества	УК-1.3. Не достаточно владеет методологией системного анализа и синтеза окружающей среды для решения задач повышения ее качества	УК-1.3. Не достаточно владеет методологией системного анализа и синтеза окружающей среды для решения задач повышения ее качества	УК-1.3. Не владеет методологией системного анализа и синтеза окружающей среды для решения задач повышения ее качества
ОПК -3: Способен	ОПК-3.1. Знает базовые методы	ОПК-3.1. Знает основные	ОПК-3.1. Знает основные	ОПК-3.1. Знает фрагментарно

применять базовые методы экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности	экологических исследований ОПК-3.2. Умеет применять базовые методы экологических исследований.	базовые методы экологических исследований ОПК-3.2. Умеет применять базовые методы экологических исследований.	базовые методы экологических исследований ОПК-3.2. Умеет применять базовые методы экологических исследований.	базовые методы экологических исследований ОПК-3.2. Не умеет применять базовые методы экологических исследований.
	ОПК-3.3. Владеет навыками применения базовых методов экологических исследований в профессиональной деятельности.	ОПК-3.3. Не достаточно владеет навыками применения базовых методов экологических исследований в профессиональной деятельности.	ОПК-3.3. Не достаточно владеет навыками применения базовых методов экологических исследований в профессиональной деятельности.	ОПК-3.3. Не владеет навыками применения базовых методов экологических исследований в профессиональной деятельности.

7.2. Перевод бально-рейтинговых показателей оценки качества подготовки обучающихсяв отметки традиционной системы оценивания.

Порядок функционирования внутренней системы оценки качества подготовки обучающихся и перевод бально-рейтинговых показателей обучающихся в отметки традиционной системы оценивания проводиться в соответствии с положением КЧГУ «Положение о бально-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся», размещенным 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. Введение. Основные сведения о моделировании в экологии.
2. Преимущества моделей в экологии.
3. История развития математического моделирования в экологии.
4. Проблемы математического моделирования в экологии.
5. Перспективы математического моделирования в экологии.
6. Общесистемный подход к моделированию экологических систем.
7. Основные этапы математического моделирования.
8. Специфика математической экологии.
9. Подходы экологических процессов в экологии.
10. Классификация моделей в экологии.
11. Модели систем.
12. Компьютерная реализация моделей.
13. Этапы моделирования в экологии.
14. Условия для построения модели.

15. Основные типы математических моделей различных экосистем.
16. Сущность методов моделирования.
17. Качественное моделирование.
18. Матрица Леопольда.
19. Статистические модели.
20. Модели типа «хищник - жертва».
21. Имитационные модели.
22. Метод Монте-Карло.
23. Практическое применения методов моделирования в экологии.
24. Области применения методов моделирования.
25. Привести примеры методов моделирования.
26. Характеристика классов моделей в экологии.
27. Дискретные модели популяций.
28. Структурные модели популяций.
29. Характеристика межвидовой конкуренции.
30. Формы межвидовой конкуренции.
31. Типы взаимодействия между популяциями различных видов.
32. Межвидовая конкуренция и её роль – пример.
33. Ряд Фибоначчи в популяционной динамике.
34. Уравнение экспоненциального роста.
35. Ограниченный рост.
36. Порядок проведения статистической обработки данных.
37. Описательная статистика.
38. Графическое представление данных.
39. Вариации статистического распределения.
40. Дисперсный анализ схема статистической обработки.
41. Типы изменчивости при статистической обработке.

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

выступлениям:

1. Этапы решения задачи оптимального управления социально-экологической системой.
2. Предельно допустимые концентрации и критические уровни загрязнения как характеристики состояния природной среды.
3. Издержки на природоохранные мероприятия в производстве.
4. Ущерб от загрязнения природной среды.
5. Экономический оптимум загрязнения окружающей среды.
6. Качество окружающей среды как потребительское благо.
7. Природоохранная сфера как благо общего пользования, проблема «зайцев».
8. Общие принципы построения балансовых моделей экономико-экологических процессов. Модель Дейли.
9. Глобальные балансовые модели Дейли и Айзарда. Постановка и сравнительный анализ.
10. Модель Айреса и Ниса и ее модификации.
11. Постановка модели Леонтьева, учитывающей природоохранные факторы.
12. Продуктивность модели Леонтьева, учитывающей природоохранные факторы.
13. Имитационное моделирование экономико-экологических систем.
14. Основные элементы имитационной модели водоохранной системы.

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

8.1. Основная литература:

1. Гаврилова, Л. В. Математическое моделирование водных экосистем: Учебное пособие / Гаврилова Л.В., Компаниец Л.А., Распопов В.Е. - Краснояр.:СФУ, 2016. - 202 с.: ISBN 978-5-7638-3524-3. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/966729 – Режим доступа: по подписке.

2. Прохорова, Н. В. Математическое моделирование в биологии и экологии: учебное пособие / Н. В. Прохорова. — Самара: Самарский университет, 2021. — 64 с. — ISBN 978-5-7883- 1690-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/256877 — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Красс, М. С. Моделирование эколого-экономических систем: учебное пособие / М.С. Красс. — 2-е изд. — Москва: ИНФРА-М, 2020. — 272 с. — (Высшее образование: Магистратура). - ISBN 978-5-16-006597-7. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1072253 – Режим доступа: по подписке.

4. Мешалкин, В. П. Основы информатизации и математического моделирования экологических систем: учебное пособие / В. П. Мешалкин, О. Б. Бутусов, А. Г. Гнаук. — Москва: ИНФРА-М, 2020. — 357 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-009747-3. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1111403 – Режим доступа: по подписке.

5. 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.ru/catalog/product/1005911 – Режим доступа: по подписке.

8.2. Дополнительная литература:

1. Моделирование в естественных науках: учебно-методическое пособие / К. В. Шестаков, Д. С. Соловьев, А. В. Самохвалов [и др.]. — Тамбов : ТГУ им. Г.Р.Державина, 2022. — 81 с. — ISBN 978-5-00078-563-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/331265 — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Рудский, В. В. Основы природопользования: учебное пособие / В. В. Рудский, В. И. Стурман. - 2-е изд. - Москва: Логос, 2020. - 208 с. - ISBN 978-5-98704-772-9. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1213084 – Режим доступа: по подписке.

3. Валова (Копылова), В. Д. Экология: учебник для бакалавров / В. Д. Валова (Копылова), О. М. Зверев. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2018. - 376 с. - ISBN 978-5-394-02674-4. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1091151 – Режим доступа: по подписке.

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». Договор № 332 эбс от 02.06.2026 г. Электронный адрес: https://znanium.com	от 02.06.2026г. до 01.06.2027г.
2026-2027 учебный год	Электронно-библиотечная система «Лань». Договор № 12 от 26.02.2026 г. 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

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 оснащенности аудиторий можно ознакомиться на сайте университета, в разделе материально-технического обеспечения и оснащенности образовательного процесса по адресу: https://kchgu.ru/sveden/objects/

9.3. 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.

9.4. Современные профессиональныебазы 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.

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 регистрации изменений

В рабочей программе внесены следующие изменения:

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