

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ АГРОЭКОЛОГИИ – филиал ФГБОУ ВО ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГАУ

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института агроэкологии


Е. А. Минаев

«27» апреля 2022 г.

Кафедра агротехнологий и экологии

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.09 ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Направление подготовки **35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение**

Направленность **Агроэкология**

Уровень высшего образования – **бакалавриат**

Квалификация – **бакалавр**

Форма обучения – **очная**

Миасское
2022

Рабочая программа дисциплины «Экологическое моделирование» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 702 от 26.07.2017 г.. Рабочая программа предназначена для подготовки бакалавра по направлению **35.03.03 Агрехимия и агропочвоведение**, направленность – **Агроэкология**.

Настоящая рабочая программа дисциплины составлена в рамках основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) и учитывает особенности обучения при инклюзивном образовании лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры агротехнологий и экологии

«25» апреля 2022 г. (протокол № 8).

Зав. кафедрой агротехнологий и экологии
кандидат технических наук, доцент

О. С. Батраева

Рабочая программа дисциплины одобрена учебно-методической комиссией Института агроэкологии

«27» апреля 2022 г. (протокол №3)

Председатель учебно-методической
комиссии Института агроэкологии

Е. А. Минаев

Директор Научной библиотеки



И. В. Шатрова

И. В. Шатрова

СОДЕРЖАНИЕ

1	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП.....	4
1.1.	Цель и задачи дисциплины.....	4
1.2.	Компетенции и индикаторы их достижений	4
2	Место дисциплины в структуре ОПОП	4
3	Объём дисциплины и виды учебной работы.....	4
3.1	Распределение объема дисциплины по видам учебной работы	5
3.2	Распределение учебного времени по разделам и темам.....	5
4	Структура и содержание дисциплины, включающее практическую подготовку	5
4.1	Содержание дисциплины.....	6
4.2	Содержание лекций.....	7
4.3	Содержание лабораторных занятий	7
4.4	Содержание практических занятий	7
4.5	Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся	7
4.5.1	Виды самостоятельной работы обучающихся	7
4.5.2	Содержание самостоятельной работы обучающихся	7
5	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	8
6	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	8
7	Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины	8
8	Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины.....	9
9	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	9
10	Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	10
11	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	10
	Приложение Фонд оценочных средств.....	11
	Лист регистрации изменений.....	23

1 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

1.1. Цель и задачи дисциплины

Бакалавр по направлению подготовки 35.03.03 Агрехимия и агропочвоведение должен быть подготовлен к решению задач профессиональной деятельности следующих типов: производственно-технологической.

Цель дисциплины – сформировать у обучающихся знания, практические умения и навыки в соответствии с формируемыми компетенциями, воспитать способность конкретного математического мышления в области экологии, изучить терминологию и основные приемы моделирования, ознакомится с математическими моделями конкретных ситуаций и возможностями выбора оптимального решения проблем.

Задачи дисциплины:

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

1.2. Компетенции и индикаторы их достижений

ОПК-1 Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Формируемые ЗУН		
	знания	умения	навыки
ИД-1оПК-1 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в области агроэкологии, агрохимии и агропочвоведения с применением информационно-коммуникационных технологий	Обучающийся должен знать: принципы использования различных методов (в том числе и математических) в процессе построения базовых моделей, используемых для проектирования систем сельскохозяйственного производства – (Б1.В.09 - 3.1)	Обучающийся должен уметь: пользоваться различным инструментарием, в том числе и инструментарием MS Excel, для построения математических (статистических и оптимизационных) моделей в биологических науках (экологии, агрономии и др.) – (Б1.В.09 - У.1)	Обучающийся должен владеть навыками: навыками практической работы с моделями (в том числе и на компьютере) для составления схем севооборотов, систем обработки почвы и защиты растений с целью получения экологически безопасной сельскохозяйственной продукции – (Б1.В.09 - Н.1)

2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Экологическое моделирование» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы бакалавриата.

3 Объём дисциплины и виды учебной работы

Объём дисциплины составляет 3 зачетных единицы (ЗЕТ), 108 академических часов (далее часов). Дисциплина изучается:

– очная форма обучения в 7 семестре.

3.1 Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Количество часов
Контактная работа (всего), в том числе практическая подготовка	56
Лекции (Л)	–
Лабораторные занятия (ЛЗ)	56
Практические занятия (ПЗ)	–
Самостоятельная работа обучающихся (СР)	52
Контроль	–
Итого	108

3.2 Распределение учебного времени по разделам и темам

№ темы	Наименование разделов и тем	Всего часов	в том числе				Контроль
			контактная работа			СР	
			Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8
Раздел 1. Основы моделирования							
1.1	Введение в дисциплину: понятия «модель» и «моделирование».	10	–	4	–	6	х
1.2	Классификация моделей.	18	–	14	–	4	х
1.3	Основные принципы и этапы моделирования	8	–	6	–	2	х
Раздел 2. Экологическое моделирование							
2.1	Роль моделей в экологии и агрономии	14	–	6	–	8	х
2.2	Моделирование популяционных процессов	14	–	6	–	8	х
2.3	Моделирование процессов в биологических сообществах	14	–	6	–	8	х
2.4	Имитационное моделирование агроэкосистем	16	–	8	–	8	х
2.5	Динамические модели агроэкосистем	14	–	6	–	8	х
	Контроль	х	х	х	х	х	х
	Итого	108	–	56	–	52	х

4 Структура и содержание дисциплины, включающее практическую подготовку

Практическая подготовка при реализации учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей) организуется путем проведения практических занятий, практикумов, лабораторных работ и иных аналогичных видов учебной деятельности, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка может включать в себя отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Рекомендуемый объем практической подготовки (в процентах от количества часов контактной работы) для дисциплин, реализующих:

- универсальные компетенции (УК) от 5 до 15%;
- общепрофессиональные компетенции (ОПК) от 15 до 50 %;
- профессиональные компетенции (ПК) от 20 до 80%.

4.1 Содержание дисциплины

Раздел 1 Основы моделирования

Модель. Моделирование. Классификация моделей. Понятие о моделировании. Моделирование как метод научного познания. Моделирование как этап целенаправленной деятельности. Общее понятие модели. Свойства моделей. Методы, используемые в моделировании. Классификация моделей по типам целей, по области применения, по временному фактору, по отрасли знаний, по способу представления. Материальные модели (определение, примеры, виды подобия). Идеальные модели. Мысленные и вербальные. Информационные образно-знаковые и знаковые модели. Типы информационных моделей. Математические модели и их виды. Компьютерные модели. Этапы построения модели: постановка задачи; определение задачи; составление математической модели; вычисления; анализ и выдача результатов. Интерполяция, аппроксимация и экстраполяция функции.

Раздел 2 Экологическое моделирование

Роль моделей в экологии и агрономии. Экосистемы и агросистемы как объект моделирования. Использование моделей в научных исследованиях и при решении производственных задач. Принципы моделирования биологических и экологических процессов. Оптимизационное моделирование: основные понятия и принципы.

Моделирование популяционных процессов. Модели динамики численности популяций. Понятие устойчивых и неустойчивых стационарных состояний; периодических, затухающих и хаотичных колебаний численности популяций; модели популяции с возрастной и половой структурой. Модели лимитирующего влияния экологических факторов на рост популяции. Принцип «узкого места» в биохимических и экологических процессах; модели динамики биомассы популяции в замкнутой системе и хемостате; закон минимума Либиха и концепция лимитирующих экологических факторов; плотность популяции как лимитирующий фактор; температурный фактор и его связь с процессами синтеза и распада в популяциях.

Моделирование процессов в биологических сообществах. Общая классификация взаимодействий двух популяций (нейтрализм, симбиоз, конкуренция, «хищник – жертва», аменсализм, комменсализм). Обобщенные модели взаимодействия двух популяций (модели взаимодействия популяций по типу «хищник-жертва», модель динамики системы «фитофаг-энтомофаг»; модель динамики системы «ресурс-потребитель»). Модели конкурентного взаимодействия популяций. Модели сукцессий биологических сообществ (модель влияния хищников на видовое разнообразие жертв).

Имитационное моделирование агроэкосистем. Имитационные модели экосистем как модели для практической экологии. Базовые математические модели как необходимая составляющая имитационных моделей. Общий вид базовой модели экологической системы. Основные задачи исследования динамики экосистем. Оптимизация модели посева культур для различных условий регионов. Модели систем удобрения и защиты растений, обработки почвы. Использование моделирования в практике регулирования сорного компонента агрофитоценозов. Моделирование связи засоренности и продуктивности. Использование математических моделей для экологически безопасного применения пестицидов в севооборотах.

Динамические модели агроэкосистем. Динамические модели: общие понятия. Временной ряд. Моделирование процессов тепло- и влагопереноса в почве. Моделирование фотосинтеза, газообмена, роста и развития растений. Моделирование при планировании урожайности культур. Комплексная модель продукционного процесса и ее программная реализация. Прикладные динамические модели и управление агроэкосистемами. Перспективы использования моделей в биологических науках. Системы поддержки принятия решений, геоинформационные системы, системы управления базами данных, автоматизированные системы управления.

4.2 Содержание лекций

Лекции не предусмотрены учебным планом.

4.3 Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование практических занятий	Количество часов	Практическая подготовка
1	Основные понятия в моделировании. Классификация моделей.	8	-
2	Применение информационных моделей на практике.	6	+
3	Игровые модели в изучении экологии: игра «Круговорот углерода»	4	+
4	Общие принципы моделирования: процесс создания модели	6	+
5	Использование моделей при решении производственных задач на примере оптимизационного моделирования	6	+
6	Построение простейших моделей динамики численности популяций	6	+
7	Математические методы анализа и моделирования агроэкосистем	6	+
8	Статистические методы и модели в агроэкологии: корреляционный и регрессионный анализ	8	+
9	Статистические методы и модели в агроэкологии: дисперсионный анализ	6	+
Итого		56	50 %

4.4 Содержание практических занятий

Практические занятия не предусмотрены учебным планом.

4.5 Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

4.5.1 Виды самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы обучающихся	Количество часов
Подготовка к лабораторным занятиям и к защите лабораторных работ	28
Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов	18
Подготовка к промежуточной аттестации	6
Итого	52

4.5.2 Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование тем и вопросов	Кол-во часов
1	Свойства моделей. Моделирование как этап целенаправленной деятельности.	6
2	Типы информационных моделей. Математические модели и их виды.	4
3	Интерполяция, аппроксимация и экстраполяция функции.	2
4	Экосистемы и агросистемы – объект моделирования. Использование моделей в научных исследованиях. Принципы моделирования экологических процессов.	8
5	Понятие устойчивых и неустойчивых состояний модели динамики численности популяций; модели популяции с возрастной и половой структурой.	8
6	Общая классификация взаимодействий двух популяций (нейтрализм, симбиоз, конкуренция и др.). Обобщенные модели взаимодействия двух популяций (модели «хищник-жертва», «фитофаг-энтомофаг»). Модели конкурентного взаимодействия популяций.	8

7	Общий вид базовой модели экологической системы. Учет влияния абиотических факторов. Основные задачи исследования динамики экосистем.	8
8	Прикладные динамические модели и управление агроэкосистемами. Перспективы использования моделей в экологии. Системы поддержки принятия решений, геоинформационные системы, системы управления баз данными, автоматизированные системы управления	8
	Итого	52

5 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

Экологическое моделирование [Электронный ресурс] : метод. указ. для выполнения самостоятельной работы для студентов агрономического факультета [уровень высш. образования - бакалавриат по направлению Агрохимия и агропочвоведение, профиль - Агроэкология] / сост. Иванова Е. С. ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроэкологии. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. - 15 с. : табл. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/iae/keaz010.pdf>

6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Для установления соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО разработан фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине. Фонд оценочных средств представлен в Приложении.

7 Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины

Основная и дополнительная учебная литература имеется в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

Основная:

1. Ащеулова, А. С. Математическое моделирование в АПК [Электронный ресурс]: учебное пособие : в 2 частях / А. С. Ащеулова. — Кемерово : Кузбасская ГСХА, 2018 — Часть 1 : Математическое программирование — 2019. — 79 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/143020>

2. Иванов, В. В. Математическое моделирование [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / В.В. Иванов, О.В. Кузьмина ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2016. – 88 с. : схем., табл. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=459482

3. Математическое моделирование в классификации почвенных систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / составитель Е. Г. Пивоварова ; под редакцией Г. Г. Морковкина. — Барнаул : АГАУ, 2020. — 71 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/197217>

4. Математическое моделирование и исследование устойчивости биологических сообществ [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Ю. Александров, А. В. Платонов, В. Н. Старков, Н. А. Степенко. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 272 с. — ISBN 978-5-8114-2022-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/209828>

5. Несговорова, Н. П. Основы системного анализа и моделирования экологических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н. П. Несговорова, В. Г. Савельев. — Курган : КГУ, 2014. — 234 с. — ISBN 978-5-4217-0295-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/177976>

6. Основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е. А. Устименко, Е. В. Голосной, А. Н. Есаулко [и др.]. — Ставрополь : СтГАУ, 2021. — 222 с. — ISBN 978-5-9596-1806-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/245783>

Дополнительная:

1. Акулич, И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах : учебное пособие / И. Л. Акулич. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-0916-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210680>

2. Иванова, Е.П. Практикум по сельскохозяйственной экологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.П. Иванова. — Электрон. дан. — Уссурийск : Приморская ГСХА, 2015. — 139 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70631>

3. Общая и прикладная экология [Электронный ресурс] : учебное пособие / под ред. Саевича К.Ф. — Электрон. дан. — Минск : "Вышэйшая школа", 2014. — 654 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/65258>

4. Основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. В. Агеев, А. Н. Есаулко, О. Ю. Лобанкова, В. И. Радченко. — 5-е изд. — Ставрополь : СтГАУ, 2014. — 200 с. — ISBN 978-5-9596-0771-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/61085>

8 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины

1. Единое окно доступа к учебно-методическим разработкам <https://ioypray.pdf>
2. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
3. Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru>
4. Научная электронная библиотека «eLibrary» <http://elibrary.ru/>

9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

1. Экологическое моделирование : живые организмы и биологические процессы как объекты моделирования в экологии : методические указания к лабораторным занятиям для студентов агрономического факультета [для бакалавров очной формы обучения направления подготовки: 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение» профиль Агрэкология] / сост. Е. С.Иванова; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроэкологии . – Миасское: Южно-Уральский ГАУ, .– 2020.–20 с. – Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/iae/keaz296.pdf>

2. Экологическое моделирование: статистические методы и модели в агроэкологии : методические указания к лабораторным занятиям для студентов агрономического факультета [для бакалавров очной формы обучения направления подготовки: 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение» профиль Агрэкология] / сост.: Е. С.Иванова, Фрумин И. Л.; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроэкологии .– Миасское: Южно-Уральский ГАУ, .– 2020.–28 с. – Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/iae/keaz297.pdf>

3. Методические указания к выполнению интерактивных работ (дидактическая игра и компьютерные симуляции) по дисциплине "Экологическое моделирование" для студентов агрономического факультета [Электронный ресурс] : [уровень высш. образования - бакалавриат по направлению Агрохимия и агропочвоведение, профиль - Агрэкология] / сост. Иванова Е. С. ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроэкологии. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. - 17 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/iae/keaz009.pdf>

4. Экологическое моделирование [Электронный ресурс] : метод. указ. для выполнения самостоятельной работы для студентов агрономического факультета [уровень высш. образования - бакалавриат по направлению Агрохимия и агропочвоведение, профиль - Агрэкология] / сост. Иванова Е. С. ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроэкологии. - Челябинск: Южно-Уральский

10 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В Научной библиотеке с терминальных станций предоставляется доступ к базам данных:

- Техэксперт (информационно-справочная система ГОСТов) <http://www.cntd.ru/>;
- «Сельхозтехника» (автоматизированная справочная система) . <http://www.agrobase.ru>.

Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа:

1. Операционная система Microsoft Windows PRO 10 Russian Academic OLP 1LicenseNoLevelLegalizationGetGenuine. Лицензионный договор № 11354/410/44 от 25.12.2018 г.; № 008/411/44 от 25.12.2018 г.
2. Офисный пакет приложений Microsoft Office Std 2019 RUS OLP NL Acdmc Лицензионный договор № 11353/409/44 от 25.12.2018 г.
3. Операционная система специального назначения «AstraLinuxSpecialEdition» с офисной программой LibreOffice(ЮУрГАУ), Лицензионный договор № РБТ-14/1653-01-ВУЗ от 14.03.2018 (Бессрочная)
4. Антивирус Kaspersky Endpoint Security для бизнеса, Лицензионный договор № 64/44/ЭА/22 от 13.10.2022

11 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебные аудитории для проведения занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения

1. Компьютерный класс – 317.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся

1. Помещения для самостоятельной работы обучающихся – 111(а), оснащенное компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет».

Перечень оборудования и технических средств обучения:

Оборудование и технические средства для изучения дисциплины не предусмотрены.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации
обучающихся

СОДЕРЖАНИЕ

1	Компетенции и их индикаторы, формируемые в процессе освоения дисциплины	13
2	Показатели, критерии и шкала оценивания индикаторов достижения компетенций.....	13
3	Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, сформированных в процессе освоения дисциплины	15
4	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций.....	15
	4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, в том числе в процессе практической подготовки	15
	4.1.1. Оценивание отчета по лабораторной работе.....	15
	4.1.2. Тестирование	17
	4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.....	19
	4.2.1. Зачет	19
	4.2.2. Экзамен	22
	4.2.3. Курсовая работа / курсовой проект	22

1 Компетенции и их индикаторы, формируемые в процессе освоения дисциплины

ОПК-1 Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Формируемые ЗУН			Наименование оценочных средств
	знания	умения	навыки	
ИД-1 _{ОПК-1} Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в области агроэкологии, агрохимии и агропочвоведения с применением информационно-коммуникационных технологий	Обучающийся должен знать: принципы использования различных методов (в том числе и математических) в процессе построения базовых моделей, используемых для проектирования систем сельскохозяйственного производства – (Б1.В.09 - 3.1)	Обучающийся должен уметь: пользоваться различным инструментарием, в том числе и инструментарием MS Excel, для построения математических (статистических и оптимизационных) моделей в биологических науках (экологии, агрономии и др.) – (Б1.В.09 - У.1)	Обучающийся должен владеть навыками: навыками практической работы с моделями (в том числе и на компьютере) для составления схем севооборотов, систем обработки почвы и защиты растений с целью получения экологически безопасной сельскохозяйственной продукции – (Б1.В.09 - Н.1)	Текущая аттестация: - отчет по лабораторной работе; - тестирование Промежуточная аттестация: - зачет

2 Показатели, критерии и шкала оценивания индикаторов достижения компетенций

ИД-1_{ОПК-1} Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в области агроэкологии, агрохимии и агропочвоведения с применением информационно-коммуникационных технологий

Формируемые ЗУН	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.В.09 - 3.1	Обучающийся не знает принципы использования различных методов (в том числе и математических) в процессе построения базовых моделей, используемых для проектирования систем	Обучающийся слабо знает принципы использования различных методов (в том числе и математических) в процессе построения базовых моделей, используемых для проектирования систем	Обучающийся знает принципы использования различных методов (в том числе и математических) в процессе построения базовых моделей, используемых для проектирования систем	Обучающийся знает принципы использования различных методов (в том числе и математических) в процессе построения базовых моделей, используемых для проектирования систем

	сельскохозяйственного производства	сельскохозяйственного производства	сельскохозяйственного производства с незначительными ошибками и отдельными пробелами	сельскохозяйственного производства с требуемой степенью полноты и точности
Б1.В.09 - У.1	Обучающийся не умеет пользоваться различным инструментарием, в том числе и инструментарием MS Excel, для построения математических (статистических и оптимизационных) моделей в биологических науках (экологии, агрономии и др.)	Обучающийся слабо умеет пользоваться различным инструментарием, в том числе и инструментарием MS Excel, для построения математических (статистических и оптимизационных) моделей в биологических науках (экологии, агрономии и др.)	Обучающийся умеет пользоваться различным инструментарием, в том числе и инструментарием MS Excel, для построения математических (статистических и оптимизационных) моделей в биологических науках (экологии, агрономии и др.) с незначительными затруднениями	Обучающийся умеет проводить пользоваться различным инструментарием, в том числе и инструментарием MS Excel, для построения математических (статистических и оптимизационных) моделей в биологических науках (экологии, агрономии и др.)
Б1.В.09 - Н.1	Обучающийся не владеет навыками практической работы с моделями (в том числе и на компьютере) для составления схем севооборотов, систем обработки почвы и защиты растений с целью получения экологически безопасной сельскохозяйственной продукции	Обучающийся слабо владеет навыками практической работы с моделями (в том числе и на компьютере) для составления схем севооборотов, систем обработки почвы и защиты растений с целью получения экологически безопасной сельскохозяйственной продукции	Обучающийся владеет навыками практической работы с моделями (в том числе и на компьютере) для составления схем севооборотов, систем обработки почвы и защиты растений с целью получения экологически безопасной сельскохозяйственной продукции с небольшими затруднениями	Обучающийся свободно владеет навыками практической работы с моделями (в том числе и на компьютере) для составления схем севооборотов, систем обработки почвы и защиты растений с целью получения экологически безопасной сельскохозяйственной продукции

3 Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, сформированных в процессе освоения дисциплины

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, содержатся в учебно-методических разработках, приведенных ниже.

1. Экологическое моделирование : живые организмы и биологические процессы как объекты моделирования в экологии : методические указания к лабораторным занятиям для студентов агрономического факультета [для бакалавров очной формы обучения направления подготовки: 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение» профиль Агроэкология] / сост. Е. С.Иванова; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроэкологии . – Миасское: Южно-Уральский ГАУ, .– 2020.– 20 с. – Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/iae/keaz296.pdf>

2. Экологическое моделирование: статистические методы и модели в агроэкологии : методические указания к лабораторным занятиям для студентов агрономического факультета [для бакалавров очной формы обучения направления подготовки: 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение» профиль Агроэкология] / сост.: Е. С.Иванова, Фруммин И. Л.; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроэкологии .– Миасское: Южно-Уральский ГАУ, .– 2020.–28 с. – Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/iae/keaz297.pdf>

3. Методические указания к выполнению интерактивных работ (дидактическая игра и компьютерные симуляции) по дисциплине "Экологическое моделирование" для студентов агрономического факультета [Электронный ресурс] : [уровень высш. образования - бакалавриат по направлению Агрохимия и агропочвоведение, профиль - Агроэкология] / сост. Иванова Е. С. ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроэкологии. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. - 17 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/iae/keaz009.pdf>

4. Экологическое моделирование [Электронный ресурс] : метод. указ. для выполнения самостоятельной работы для студентов агрономического факультета [уровень высш. образования - бакалавриат по направлению Агрохимия и агропочвоведение, профиль - Агроэкология] / сост. Иванова Е. С. ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроэкологии. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. - 15 с. : табл. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/iae/keaz010.pdf>

4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций

В данном разделе методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и(или) опыта деятельности, по дисциплине «Экологическое моделирование», приведены применительно к каждому из используемых видов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, в том числе в процессе практической подготовки

4.1.1. Оценивание отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным вопросам темам дисциплины. Темы и планы занятий (см. п. 3 ФОС) заранее сообщаются обучающимся. Содержание отчета и критерии оценки отчета (табл.) доводятся до сведения обучающихся так же в начале занятий.

№	Оценочные средства	
	Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины	Код и наименование индикатора компетенции

1	<p>Используя методику построения моделей линейного программирования, <i>найдите оптимальное сочетание посевов пшеницы и подсолнечника</i> на участках различного плодородия, если площадь первого участка 3500 га, а второго – 2500 га. Также известно, что может быть затрачено 7500 чел.-дней механизированного труда и 20000 чел.-дней вспомогательного. Цена 1 ц пшеницы 300 руб., а подсолнечника – 800 руб. Критерием оптимальности является максимум валовой продукции в денежном выражении.</p> <p>Урожайность культур (ц/га) представлена в таблице:</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Культура</th> <th colspan="2">Участки</th> </tr> <tr> <th>I</th> <th>II</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>пшеница</td> <td>25</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>подсолнечник</td> <td>20</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table> <p>Затраты труда (чел.-дней/га) составляют:</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Труд</th> <th>Пшеница</th> <th>Подсолнечник</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>механизированный</td> <td>1,8</td> <td>5,0</td> </tr> <tr> <td>вспомогательный</td> <td>4,0</td> <td>10,0</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Ответьте на вопросы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В чем суть оптимизационного моделирования (программирования)? В каких сферах народного хозяйства оно нашло широкое применение? 2. Какие элементы включает в себя модель задачи линейного программирования? 3. Какой культуре стоит отдать предпочтение специалистам предприятия по результатам построения оптимизационной модели? 4. Какие ограничения (условно) можно было бы добавить в данную задачу с учетом специфики сельскохозяйственного производства? 	Культура	Участки		I	II	пшеница	25	16	подсолнечник	20	10	Труд	Пшеница	Подсолнечник	механизированный	1,8	5,0	вспомогательный	4,0	10,0	<p>ИД-1опк-1 Использует основные законы естественных дисциплин для решения стандартных задач в области агроэкологии, агрохимии и агропочвоведения с применением информационно-коммуникационных технологий</p>
Культура	Участки																					
	I	II																				
пшеница	25	16																				
подсолнечник	20	10																				
Труд	Пшеница	Подсолнечник																				
механизированный	1,8	5,0																				
вспомогательный	4,0	10,0																				

Отчет оценивается оценкой «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» ставится обучающимся, уровень ЗУН которых соответствует критериям, установленным для положительных оценок («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»). Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после сдачи отчета.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - изложение материала логично, грамотно; - свободное владение терминологией; - умение высказывать и обосновать свои суждения при ответе на контрольные вопросы; - умение описывать изучаемые явления и процессы; - умение проводить и оценивать результаты измерений; - способность разрешать конкретные ситуации (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержания вопроса или погрешность непринципиального характера в ответе на вопросы).
Оценка «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - отсутствие необходимых теоретических знаний; допущены ошибки в определении понятий и описании изучаемых явлений и процессов, искажен их смысл, не правильно оцениваются результаты измерений; - незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.

4.1.2. Тестирование

Тестирование используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам или разделам дисциплины. Тест представляет собой комплекс стандартизированных заданий, позволяющий упростить процедуру измерения знаний и умений обучающихся. Обучающимся выдаются тестовые задания с формулировкой вопросов и предложением выбрать один правильный ответ из нескольких вариантов ответов.

№	Оценочные средства	Код и наименование индикатора компетенции
	Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины	
1	<p>1. Модель – это...</p> <p>А. фантастический образ реальной действительности;</p> <p>Б. материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий его пространственно-временные характеристики;</p> <p>В. материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий его существенные характеристики;</p> <p>Г. образец, норма, мера важного метода научного познания;</p> <p>2. Процесс построения модели, как правило, предполагает:</p> <p>А. описание всех свойств исследуемого объекта;</p> <p>Б. выделение наиболее существенных с точки зрения решаемой задачи свойств объекта;</p> <p>В. выделение свойств объекта безотносительно к целям решаемой задачи;</p> <p>Г. описание всех пространственно-временных характеристик изучаемого объекта;</p> <p>3. Последовательность этапов моделирования на компьютере:</p> <p>А. цель, объект, модель, метод, алгоритм, программа, эксперимент, анализ, уточнение;</p> <p>Б. цель, модель, объект, алгоритм, программа, эксперимент, уточнение выбора объекта;</p> <p>В. объект, цель, модель, эксперимент, программа, анализ, тестирование;</p> <p>Г. объект, модель, цель, алгоритм, метод, программа, эксперимент;</p> <p>4. Совокупность особей, сходных по строению, имеющих общее происхождение, свободно скрещивающихся между собой и дающих плодовитое потомство, относительно изолированная от других таких же совокупностей, называются:</p> <p>А. популяцией</p> <p>Б. классом;</p> <p>В. видом;</p> <p>Г. все ответы верны</p> <p>5. При стабильной динамике популяции изменение численности происходит:</p> <p>А. в сотни раз;</p> <p>Б. в несколько раз;</p>	ИД-1опк-1 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в области агроэкологии, агрохимии и агропочвоведения с применением информационно-коммуникационных технологий

<p>В. в десятки; Г. не изменяется</p> <p>6. Самоподдержание и саморегулирование определенной численности (плотности) популяции называется ... А. гомеостазом; Б. эмерджентностью; В. элиминированием; Г. эмиссией.</p> <p>7. Если скорость роста популяции N равна нулю, наблюдается одна из следующих возможностей: А. популяция увеличивается и ожидается сильная конкуренция за пищу и территорию; Б. популяция увеличивается и ожидается высокая активность паразитов и хищников; В. популяция уменьшается вследствие накопления мутаций; Г. популяция достигает максимальных размеров.</p> <p>8. Если n – число организмов, t – время, то формула $\Delta n/\Delta t$ означает: А. среднюю скорость изменения числа организмов в расчете на одну особь; Б. среднюю скорость изменения числа организмов во времени; В. скорость роста популяции в процентах; Г. скорость изменения числа организмов за единицу времени на определенной территории.</p> <p>9. Задачей регрессионного анализа в агрономии является: А. определение формы связи между факторным и результативным признаками Б. установление тесноты связи между факторным и результативным признаками В. вычисление ошибки показателя тесноты связи Г. определение доверительного интервала для показателя тесноты связи</p> <p>10. О чем говорит выражение $f = \sum_j c_j x_j \rightarrow \max$ в математической модели задачи линейного программирования? А. обозначается система ограничений в задаче; Б. об определении максимума функции F; В. об определении минимума функции F; А. о неотрицательности переменных.</p>	
--	--

По результатам теста обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Критерии оценивания ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся до начала тестирования. Результат тестирования объявляется обучающемуся непосредственно после его сдачи.

Шкала	Критерии оценивания (% правильных ответов)
Оценка 5 (отлично)	80-100
Оценка 4 (хорошо)	70-79
Оценка 3 (удовлетворительно)	50-69
Оценка 2 (неудовлетворительно)	менее 50

4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

4.2.1. Зачет

Зачет является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам зачета обучающемуся выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Зачет проводится по окончании чтения лекций и выполнения лабораторных занятий. Зачетным является последнее занятие по дисциплине. Зачет принимается преподавателями, проводившими лабораторные занятия, или читающими лекции по данной дисциплине. В случае отсутствия ведущего преподавателя зачет принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой. С разрешения заведующего кафедрой на зачете может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме зачета.

Присутствие на зачете преподавателей с других кафедр без соответствующего распоряжения ректора, проректора по учебной и воспитательной работе, заместителя директора института по учебной работе не допускается.

Зачет проводится в форме устного опроса, информация о форме проведения зачета доводится до сведения обучающихся в начале семестра.

Для проведения зачета ведущий преподаватель накануне получает в секретариате директората зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в секретариат после окончания мероприятия в день проведения зачета или утром следующего дня.

Во время зачета обучающиеся могут пользоваться с разрешения ведущего преподавателя справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время подготовки ответа в устной форме при сдаче зачета должно составлять не менее 20 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 10 минут.

Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины.

Качественная оценка «зачтено», внесенная в зачетно-экзаменационную ведомость, является результатом успешного усвоения учебного материала.

Результат зачета выставляется в зачетно-экзаменационную ведомость в день проведения зачета в присутствии самого обучающегося.

Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость.

Если обучающийся явился на зачет и отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в зачетно-экзаменационную ведомость ему выставляется оценка «не зачтено».

Неявка на зачет отмечается в зачетно-экзаменационной ведомости словами «не явился».

Нарушение дисциплины, списывание, использование обучающимися неразрешенных печатных и рукописных материалов, мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время зачета запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «не зачтено».

Обучающимся, не сдавшим зачет в установленные сроки по уважительной причине, индивидуальные сроки проведения зачета определяются заместителем директора института по учебной работе.

Обучающиеся, имеющие академическую задолженность, сдают зачет в сроки, определяемые Университетом. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе.

Допускается с разрешения заместителя директора института по учебной работе досрочная сдача зачета с записью результатов в экзаменационный лист.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья могут сдавать зачеты в сроки, установленные индивидуальным учебным планом. Инвалиды и лица с ограниченными воз-

возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Процедура проведения промежуточной аттестации для особых случаев изложена в «Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по ОПОП бакалавриата, специалитета и магистратуры» ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

№	Оценочные средства	Код и наименование индикатора компетенции
	Вопросы к зачету	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Междисциплинарные связи дисциплины «Экологическое моделирование» • Законы агрономии и экологии, применяемые при освоении дисциплины «Экологическое моделирование» • Определение понятий «модель» и «моделирование». Функции моделей в современной науке и практике. • Основные свойства любой модели. • Моделирование как этап целенаправленной деятельности. • Основные этапы моделирования. • Методология моделирования. Инструментарий моделирования. Общая характеристика работы в MS Excel. • Современные информационно-коммуникационные технологии в моделировании. • Классификация моделей по отрасли знаний или деятельности человека. Примеры. • Классификация моделей по области применения и по типам целей. Примеры. • Классификация моделей по способу их представления. Примеры. • Математические модели и их виды. Примеры. Основы математического моделирования. • Типы информационных моделей (табличные, сетевые и иерархические модели). Определение. Значение. Примеры. • Детерминистская и стохастическая модель – модели динамики популяции. Определения. Основные понятия. Значение. Примеры. • Динамические и статические модели. Определения. Основные понятия. Значение. Примеры. • Компьютерные модели. Определения. Основные понятия. Значение. Примеры. • Имитационные модели. Определения. Значение. Примеры. • Экосистемы и агроэкосистемы как объекты моделирования и проектирования • Историческая справка становления моделирования в биологических науках. Виды моделей, используемых в экологии и агрономии. • История становления оптимизационного моделирования • Основные понятия и принципы оптимизационного моделирования • Типы задач оптимизационного моделирования • Общие принципы моделирования экосистем и агроэко- 	ИД-1 _{ОПК-1} Использует основные законы естественных дисциплин для решения стандартных задач в области агроэкологии, агрохимии и агропочвоведения с применением информационно-коммуникационных технологий

	<p>стем.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Модели роста популяций. • Общая классификация взаимодействий двух популяций (нейтрализм, симбиоз, конкуренция, «хищник – жертва», аменсализм, комменсализм). • Обобщенные модели взаимодействия двух популяций (модели взаимодействия популяций по типу «хищник-жертва», модель динамики системы «фитофаг-энтомофаг»; модель динамики системы «ресурс-потребитель»). • Модели конкурентного взаимодействия популяций. • Модели сукцессий биологических сообществ (модель влияния хищников на видовое разнообразие жертв). • Общий вид базовой модели экологической системы. • Основные статистические модели в агрономии. Краткая характеристика. Принципы использования. • Технологические модели плодородия как пример информационных моделей. • Принципы проектирования оптимизации почвенных условий. • Типовые модели, используемые при моделировании и проектировании свойств почвы. • Особенности разработки схем севооборотов. • Принципы проектирования агротехнологий. • Использование моделей при разработке проектов технологий производства растительной продукции. • Особенности разработки защитных мероприятий в севообороте • Динамические модели накопления и распада пестицидов в почве. • Принципы проектирования систем применения удобрений для различных сельскохозяйственных культур. • Моделирование при планировании урожайности культур. • Информационное обеспечение математических моделей агроэкосистем. 	
--	--	--

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	<p>знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины, правильное решение задачи (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса, или погрешность непринципиального характера в ответе на вопросы).</p> <p>Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие показатели в ходе проведения текущего контроля и систематическая активная работа на учебных занятиях.</p>
Оценка «не зачтено»	<p>пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы.</p>

4.2.2. Экзамен

Экзамен не предусмотрен учебным планом

4.2.3. Курсовая работа / курсовой проект

Курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены учебным планом

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер измене- ния	Номера листов		Подпись	Расшифровка подписи	Дата внесения изменения
	замененных	новых аннулированных			
1	8,9,10	8,9,10 —	<i>СМФ</i>	<i>Иванов</i>	03.07.23.

*Распоряже-
ние № 126,
от 03.07.23.*