

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Мичуринский государственный аграрный университет»

Кафедра агрохимии, почвоведения и агроэкологии

УТВЕРЖДЕНА
решением учебно-методического совета
университета
(протокол от 23 апреля 2025 г. №
08)

УТВЕРЖДАЮ
Председатель учебно-методического
совета университета

Р.А. Чмир
«23» апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Системный анализ и основы моделирования экосистем

Направление подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение

Направленность (профиль) Агрохимия и агропочвоведение

Квалификация магистр

Мичуринск, 2025 г.

1. Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Системный анализ и основы моделирования экосистем» являются:

- получение теоретических знаний в области успешной практической реализации программ гармоничного развития двух подсистем биосфера (общества и окружающей его природной среды) в условиях многопланового и широкомасштабного природопользования;
- освоение методов системного анализа для использования возможности формальных и неформальных подходов при решении агрохимических и агроэкологических проблем, т.е. для получения необходимой информации при принятии рациональных решений в каждой конкретной ситуации;
- получение навыков применения системного анализа как теории принятия научно обоснованных решений в области природопользования.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина (модуль) «Системный анализ и основы моделирования экосистем» относится к блоку 1. Дисциплины (модули). Обязательная часть (Б.1.Б.05).

Изучение дисциплины (модуля) «Системный анализ и основы моделирования экосистем» основывается на знаниях, умениях и навыках таких дисциплин, как: : «Иностранный язык», «Информационные технологии», «История и методология научной агрономии», «Иновационные технологии в агрономии».

Знания, умения и навыки, формируемые в процессе освоения дисциплины (модуля) «Системный анализ и основы моделирования экосистем» необходимы для изучения последующих дисциплин (модулей): «Инструментальные методы исследований», «Современные проблемы в агропочвоведении и агрохимии», «История и методология воспроизводства почвы и системы удобрений», «Компьютерные технологии в агропочвоведении и агрохимии», «Агроэкологические показатели оценки земель», «Экологическое прогнозирование», «Состояние агроландшафтов и экологическая экспертиза земель», «Способы рационального использования и охрана земель», «Повышение устойчивости и продуктивности агроландшафтов», «Использование почвенных карт и картограмм в сельскохозяйственном производстве», «Современные методы учетов и наблюдений в агрохимии», «Агроландшафты по зонам страны», «Растительная и почвенная диагностика в оптимизации минерального питания растений», «Способы рационального использования и охрана земель», «Эволюция почв», «Методы воспроизводства плодородия почв», «Интегрированная защита растений», «Экспериментальное изучение действия удобрений на урожай и его качество», «Методы диагностики и оценки состояния агроландшафтов», «Использование геоинформационных систем в агрохимических исследованиях почвы», «Системы искусственного интеллекта».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины обучающийся должен усвоить трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом «Агроном» (утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «20» сентября 2021 г. № 644н).

Обобщенная трудовая функция – управление производством растениеводческой продукции

Трудовая функция – Проведение исследовательских работ в области агрономии в условиях производства (код D/03.7).

Трудовые действия:

- Информационный поиск инновационных технологий (элементов технологии), сортов и гибридов сельскохозяйственных культур с целью определения перспективных направлений исследований.

- Разработка программы исследований по изучению эффективности инновационных технологий (элементов технологии), сортов и гибридов в условиях производства.

- Организация проведения экспериментов (полевых опытов) по оценке эффективности инновационных технологий (элементов технологии), сортов и гибридов в условиях производства.

- Сбор и анализ результатов, полученных в опытах.

- Подготовка рекомендаций по внедрению в производство исследованных приемов, сортов и гибридов сельскохозяйственных культур на основе анализа опытных данных

Необходимые умения:

- Пользоваться специализированными электронными информационно-аналитическими ресурсами и геоинформационными системами при планировании и проведении исследовательских работ в области агрономии.

- Вести информационный поиск, в том числе с использованием информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

- Определять перспективную тему исследований с учетом критического анализа полученной информации.

- Формулировать проблему, достижимую цель и задачи проведения исследований.

- Обосновывать методику проведения исследований.

- Контролировать закладку полевых опытов и уход за ними в соответствии с разработанной программой и методикой опытного дела.

- Производить учеты, в том числе учет урожая, наблюдений в опытах, заложенных в условиях производства, в соответствии с разработанной программой.

- Пользоваться методами математической статистики при анализе опытных результатов.

- Вести первичную документацию по опытам в соответствии с требованиями методики опытного дела.

- Обрабатывать результаты исследований с использованием методов математической статистики.

- Рассчитывать агрономическую, энергетическую, экономическую эффективности внедрения инноваций.

- Пользоваться специальным программным обеспечением при проведении статистической обработки результатов исследований и расчетов эффективности внедрения инноваций.

- Использовать прикладные программы для оформления докладов, презентаций, информационных обзоров по итогам исследований в области агрономии.

- Пользоваться компьютерными и телекоммуникационными средствами в профессиональной деятельности при планировании и проведении исследовательских работ в области агрономии.

Необходимые знания:

- Правила работы со специализированными электронными информационными ресурсами, геоинформационными системами, используемыми при планировании и проведении исследовательских работ в области агрономии.

- Методика опытного дела в земледелии (агрономии).

- Техника закладки и проведения полевых опытов.
- Виды и методика проведений учетов и наблюдений в опыте.
- Современные технологии обработки и представления экспериментальных данных.
- Методы расчета агрономической, энергетической, экономической эффективности внедрения инноваций.
- Правила работы со специальным программным обеспечением при проведении статистической обработки результатов исследований и расчетов эффективности внедрения инноваций.
- Правила работы с прикладными программами для оформления докладов, презентаций, информационных обзоров по итогам исследований в области агрономии.
- Состав, функции и возможности использования информационных и телекоммуникационных технологий в профессиональной деятельности при планировании и проведении исследовательских работ в области агрономии.
- Правила работы с компьютерными и телекоммуникационными средствами в профессиональной деятельности при планировании и проведении исследовательских работ в области агрономии.
- Требования охраны труда в части, регламентирующей выполнение трудовых обязанностей.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

УК-1 – Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;

УК-2 – Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;

ОПК-3 – Способен использовать современные методы решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности;

ПКО-3 – Готов использовать современные информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области агрохимии и агропочвоведения

Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальных компетенций	Критерии оценивания результатов обучения			
		низкий (допороговый, компетенция не сформирована)	пороговый	базовый	продвинутый
Категория универсальных компетенций - Системное и критическое мышление					
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. ИД-1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.	Не может анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.	Слабо анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.	Хорошо анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.	Отлично анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.
	УК-1.2. ИД-2 Осуществляет	Не может осуществлять поиск вариантов	Не достаточно четко осуществляет	Достаточно быстро осуществляет	Успешно осуществляет поиск

	поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации. задачи.	решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации. задачи.	поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации. задачи.	т поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации. задачи.	вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации . задачи.
	УК-1.3. ИД-3 Определяет в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке. Предлагает способы их решения	Не может определять в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке. Предлагает способы их решения	Слабо определяет в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке. Предлагает способы их решения	Достаточно быстро определяет в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке. Предлагает способы их решения	Успешно определяет в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке. Предлагает способы их решения
	УК-1.4. ИД-4 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности	Не может разработать стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности	Не достаточно четко разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности	Достаточно грамотно разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности	Очень грамотно, разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности

					деятельност и
Категория универсальных компетенций – Разработка реализации проектов					
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. ИД-1 Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения.	Не может азработать концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения.	Не достаточно четко разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения.	В достаточной степени может разрабатывать концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения.	Отлично разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения.
УК-2.2. ИД-2 Способен видеть образ результата деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата.	Не способен видеть образ результата деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата.	Не достаточно четко способен видеть образ результата деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата.	Не достаточно хорошо способен видеть образ результата деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата.	Достаточно хорошо способен видеть образ результата деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата.	Отлично способен видеть образ результата деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата.
УК-2.3. ИД-3 Формирует план-график реализации проекта в	Не может формировать план-график реализации проекта в целом и	Слабо формирует план-график реализации проекта в целом и	Хорошо формирует план-график реализации проекта в целом и	Отлично формирует план-график реализации проекта в целом и	

	целом и план контроля его выполнения.	план контроля его выполнения.	план контроля его выполнения.	план контроля его выполнения.	план контроля его выполнения.
	УК-2.4. ИД-4 Организует и координирует работу участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов, обеспечивает работу команды необходимыми и ресурсами.	Не может организовать и координирует работу участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов, обеспечивает работу команды необходимыми ресурсами.	Не уверенно организует и координирует работу участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов, обеспечивает работу команды необходимыми ресурсами.	Достаточно четко организует и координирует работу участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов, обеспечивает работу команды необходимыми ресурсами.	Отлично организует и координирует работу участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов, обеспечивает работу команды необходимыми ресурсами.
	УК-2.5. ИД-5 Представляет публично результаты проекта (или отдельных его этапов) в форме отчетов, статей, выступлений на научно-практических семинарах и конференциях .	Не может представить публично результаты проекта (или отдельных его этапов) в форме отчетов, статей, выступлений на научно-практических семинарах и конференциях.	Не уверенно представляет публично результаты проекта (или отдельных его этапов) в форме отчетов, статей, выступлений на научно-практических семинарах и конференциях.	Хорошо представляет публично результаты проекта (или отдельных его этапов) в форме отчетов, статей, выступлений на научно-практических семинарах и конференциях.	Успешно представляет публично результаты проекта (или отдельных его этапов) в форме отчетов, статей, выступлений на научно-практических семинарах и конференциях.
	УК-2.6. ИД-6 Предлагает возможные пути (алгоритмы)	Не способен предлагать возможные пути (алгоритмы) внедрения в практику	Не уверен предлагает возможные пути (алгоритмы) внедрения в практику	В достаточной степени может предлагать возможные	Успешно предлагает возможные пути (алгоритмы) внедрения в

	использованием информационно - коммуникационных технологий	м информационн о- коммуникационных технологий	использование м информационн о- коммуникационных технологий	использование м информационн о- коммуникационных технологий	и с использован ием информаци онно- коммуникац ионных технологий
	ПКО-3.3. Реализует основы информационно - коммуникационных технологий при решении профессиональных задач	Не реализует основы информационн о- коммуникационных технологий при решении профессиональных задач	Не часто реализует основы информационн о- коммуникационных технологий при решении профессиональных задач	Хорошо реализует основы информационн о- коммуникационных технологий при решении профессиональных задач	Всегда реализует основы информаци онно- коммуникац ионных технологий при решении профессиональных задач

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знатъ:

- критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, современные методы решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности;

уметь:

- использовать информационные технологии и системы в своей профессиональной деятельности;

владеть:

- способностью управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.

3.1. Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины (модуля) и формируемых в них универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций

Темы, разделы дисциплины	Компетенции				Общее количество компетенций
	УК-1	УК-2	ОПК-3	ПКО-03	
Раздел 1. Понятие о системах.					
Тема 1. Понятие о системах. Современное состояние системных исследований. Системы управления. Системный подход в экологии и агроэкологии.	+	+	+	+	4
Раздел 2. Модели и моделирование.					
Тема 1. Модели и моделирование: физическое, математическое, аналоговое, цифровое,	+	+	+	+	4

имитационное моделирование.					
Тема 2. Роль моделей и моделирования в экологии и агроэкологии.	+	+	+	+	4
Раздел 3. Моделирование экосистем.					
Тема 1. Моделирование экосистем с двумя взаимодействующими видами	+	+	+	+	4
Раздел 4. Модели взаимодействия общества и природы.					
Тема 1. Методы оптимизации экосистем. Моделирование продуктивности в агрофитоценозах.	+	+	+	+	4
Тема 2. Моделирование адаптивной деятельности человека в агроэкосистемах.	+	+	+	+	4
Раздел 5. Моделирование анализа риска					
Тема 1. Экологический риск – понятие, анализ и оценка.	+	+	+	+	4

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2,0 зачетных единицы – 72 акад. часа.

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид занятий	Количество акад. часов	
	по очной форме обучения 2 семестр	по заочной форме обучения 1 курс
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем		
Аудиторные занятия, из них	24	12
лекции	8	4
практические занятия	16	8
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч.	48	56
проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов	24	30
подготовка к практическим занятиям	8	20
выполнение индивидуальных заданий	8	6
подготовка к сдаче модуля (выполнение тренировочных тестов)	8	-
Контроль	-	4
Вид итогового контроля	зачет	зачет

4.2 Лекции

№	Раздел дисциплины (модуля), темы лекций	Объем в акад.	Формируемые
---	---	---------------	-------------

		часах		компетенции
		очная форма обучения	заочная форма обучения	
1	Понятие о системах.			
	1. 1. Понятие о системах. Современное состояние системных исследований. Системы управления. Системный подход в экологии и агроэкологии.	2	1	УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
2	Модели и моделирование.			
	2.1. Модели и моделирование: физическое, математическое, аналоговое, цифровое, имитационное моделирование. 2.2. Роль моделей и моделирования в экологии и агроэкологии.	1 1	1	УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
3	Моделирование экосистем.			УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
	3.1. Моделирование экосистем с двумя взаимодействующими видами	1	1	УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
4	Модели взаимодействия общества и природы.			
	4.1. Методы оптимизации экосистем. Моделирование продуктивности в агрофитоценозах. 4.2. Моделирование адаптивной деятельности человека в агроэкосистемах.	2 1	1	УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
5	Моделирование анализа риска.			
	5.1. Экологический риск – понятие, анализ и оценка.			УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
	Итого:	8	4	

4.3. Практические занятия

№	Наименование занятия	Объем в акад. часах		Формируемые компетенции
		очная форма обучения	заочная форма обучения	
1	Математические статистические методы в системных агроэкологических исследованиях: - вариационный анализ; - корреляционный анализ; - регрессионный анализ; - дисперсионный анализ; - критерии оценки полученных данных и достоверности различий; интерпретация полученных результатов	2 2 2 1 1	1 1 1 - -	УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
2				
3				
4				
5				

6	Моделирование взаимодействия общества и природы	2	1	УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
7	Агроклиматическое моделирование	2	1	УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
8	Моделирование продуктивности агрофитоценозов	2	1	УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
9	Моделирование управления риском для здоровья населения: - оценка риска как меры опасности; использование демографических показателей при оценке риска;	1	2	УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
10	- прогнозирование последствий экологических опасностей природного и техногенного характера.	1	-	
Итого:		16	8	

4.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрены учебным планом.

4.5. Самостоятельная работа обучающихся

Раздел дисциплины (тема)	Вид самостоятельной работы	Объем акад. часов	
		очная форма обучения	заочная форма обучения
Раздел 1. Понятие о системах. Тема 1. Понятие о системах. Современное состояние системных исследований. Системы управления. Системный подход в экологии и агроэкологии.	работа с конспектами по лекционному материалу; подготовка к практическим занятиям; выполнение индивидуальных заданий; подготовка к сдаче модуля	2 2 2 2	4 2 4 2
Раздел 2. Модели и моделирование. Тема 1. Модели и моделирование: физическое, математическое, аналоговое, цифровое, имитационное моделирование. Тема 2. Роль моделей и моделирования в экологии и агроэкологии.	работа с конспектами по лекционному материалу; подготовка к практическим занятиям; выполнение индивидуальных заданий; подготовка к сдаче модуля	2 2 4 2	4 2 2 2

Раздел 3. Моделирование экосистем. Тема 1. Моделирование экосистем с двумя взаимодействующими видами	работа с конспектами по лекционному материалу; подготовка к практическим занятиям; выполнение индивидуальных заданий; подготовка к сдаче модуля	4 2 2 4	4 2 2 2
Раздел 4. Модели взаимодействия общества и природы. Тема 1. Методы оптимизации экосистем. Моделирование продуктивности в агрофитоценозах. Тема 2. Моделирование адаптивной деятельности человека в агроэкосистемах.	работа с конспектами по лекционному материалу; подготовка к практическим занятиям; выполнение индивидуальных заданий; подготовка к сдаче модуля	4 4 2 4	6 4 4 4
Раздел 5. Моделирование анализа риска. Тема 1. Экологический риск – понятие, анализ и оценка.	работа с конспектами по лекционному материалу; подготовка к практическим занятиям; выполнение индивидуальных заданий; подготовка к сдаче модуля	4 4 2 2	6 4 4 4
Итого:		48	56

Перечень методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

1. Бобрович Л.В., Алиев Т.Г.-Г., Мацнев И.Н., Шелковников В.В. Методические указания «Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Системный анализ и основы моделирования экосистем» для направления подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение. - Мичуринск, 2025.

4.6. Выполнение контрольной работы обучающимися заочной формы

Цель выполнения контрольной работы - помочь будущим магистрам сельского хозяйства по направлению 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение усвоить основы методов системного анализа и основ моделирования экосистем настолько, чтобы они могли наиболее полно использовать возможности формальных и неформальных методов при решении экологических проблем, т.е. получать необходимую информацию для принятия рациональных решений в каждой конкретной ситуации.

В **задачи** выполнения контрольной работы входит освоение обучающимися следующих основных вопросов:

- понятие о системах;
- современное состояние системных исследований;
- автоматические системы управления; характеристика систем управления;
- модели и моделирование;

- физическое, математическое, аналоговое, цифровое, имитационное моделирование;
- методы оптимизации экосистем и агроэкосистем.

В контрольной работе обучающийся должен ответить на 5 вопросов.

Контрольная работа выполняется в соответствии с двумя последними цифрами шифра по соответствующей таблице. Номера вопросов контрольной работы находятся на пересечении рядов и столбцов, где столбец - это предпоследняя, а ряд - это последняя цифра шифра обучающихся.

Ответы даются в кратком изложении, но должны содержать конкретный материал, по которому определяется уровень проработки вопроса.

4.7. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Понятие о системах

Тема 1. Понятие о системах. Современное состояние системных исследований. Системы управления. Системный подход в экологии и агроэкологии.

Понятие, признаки и свойства систем. Система и внешняя среда. Границы системы. Управление системами. Уровни познания и системный подход в экологии и агроэкологии, его особенности. Этапы системного анализа. Современное состояние системных исследований. Автоматические системы управления. Характеристика систем управления. Сущность современных проблем агропочвоведения, агрохимии и экологии. Современные технологии воспроизводства плодородия почв. Научно-технологическая политика в области экологически безопасной сельскохозяйственной продукции.

Раздел 2. Модели и моделирование

Тема 1. Модели и моделирование: физическое, математическое, аналоговое, цифровое, имитационное моделирование.

Понятие модели и моделирования. Классификация моделей. Физическое, математическое, аналоговое, цифровое, имитационное моделирование. Этапы моделирования. Математические модели - преимущества и недостатки. Средства построения моделей. Применение разнообразных методологических подходов к проектированию агротехнологий и моделированию агроэкосистем.

Тема 2. Роль моделей в экологии и агроэкологии.

Роль моделей в экологии. Проблемы моделирования биологических процессов. Модели экосистем. Динамические, стохастические и матричные модели в экологии. Многомерные и оптимационные модели в экологии. Роль моделей в агроэкологии. Функции моделей в агроэкологии. Основные принципы моделирования в агроэкосистеме. Балансовый характер моделей. Блочный характер моделей. Структура модели агроэкосистемы. Моделирование производственного процесса. Оптимизация почвенных условий, систем применения удобрений для различных сельскохозяйственных культур.

Раздел 3. Моделирование экосистем

Тема 1. Моделирование экосистем с двумя взаимодействующими видами.

Моделирование динамики популяций. Модели систем "хищник-жертва" и "паразит-хозяин". Модель конкурентных отношений в экосистемах. Модель экологической ниши. Действия в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения.

Раздел 4. Модели взаимодействия общества и природы

Тема 1. Методы оптимизации экосистем. Моделирование продуктивности в агрофитоценозах.

Модель взаимодействия общества и природы. Модель связи человечества с биосферой, оценивающая экологические последствия этой взаимосвязи через показатели численности населения, удельного антропогенного давления, уровня экологического

сознания, энергетический уровень биосфера и коэффициент устойчивости биосферы. Закон квантитативной компенсации в функциях биосфера. Энергетический уровень и стабильность биосфера и биогеоценозов. Оптимизация экосистем путем стабилизации их энергетического уровня. Модель мозаичной структуры биогеоценозов в биосфере. Основные принципы обеспечения устойчивости биосфера и ее образований. Устойчивое развитие человечества.

Системный анализ и структуризация региональных проблем охраны окружающей среды. Модели эффективности природопользования. Природоемкость как показатель эффективности функционирования природно-хозяйственной системы. Экономическая ценность природы и моделирование эффективности природопользования. Оценка экологического воздействия и ущерба. Региональные программы природопользования и их корректировка в процессе реализации. Структурно-целевые модели группировки природоохранных мероприятий.

Биоэкономическое моделирование и управление природными ресурсами. Система экологических фондов. Экологические платежи. Биоэкономические модели в АПК и управление природными ресурсами.

Тема 2. Моделирование адаптивной деятельности человека в агроэкосистемах.

Моделирование продуктивности агрофитоценозов с учетом агроклиматических показателей: биоклиматического потенциала, гидротермического показателя, биогидротермического потенциала, естественной влагообеспеченности и приходу ФАР. Балансовые модели продуктивности агрофитоценозов различного типа.

Моделирование адаптивной деятельности человека в агроэкосистемах. Адаптивный потенциал агроэкосистем и стрессовые ситуации в них. Страховые фонды и экологизация производственной деятельности человека в агроэкосистемах. Модели экологической оценки агроландшафтов. Модель воспроизводства плодородия почвы. Концептуальная модель адаптивного функционирования агроэкосистемы.

Раздел 5. Моделирование анализа риска.

Тема 1. Экологический риск – понятие, анализ и оценка.

Основные понятия в анализе риска. Оценка риска и управление риском. Экологическая опасность и безопасность. Критерии безопасности. Сфера приложения анализа риска. Оценка риска как меры опасности через концепцию единичного риска. Оценка риска с использованием демографических показателей. Модели оценки вероятности аварий и стихийных бедствий и их возможных последствий для здоровья населения. Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.

5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлениям подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий и других инновационных технологий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития личностных и профессиональных навыков обучающихся.

Вид учебной работы	Образовательные технологии
Лекции	интерактивная форма - презентации с использованием мультимедийных средств с последующим обсуждением материалов (лекция–визуализация)
Практические занятия	традиционная форма – выполнение конкретных групповых практических заданий
Самостоятельная работа	сочетание традиционной формы (работа с учебной и справочной литературой,

	изучение материалов интернет-ресурсов, подготовка к практическим занятиям и тестированию) и интерактивной формы (выполнение индивидуальных и групповых заданий)
--	---

6. Оценочные средства дисциплины (модуля)

Основными видами дисциплинарных оценочных средств при функционировании модульно-рейтинговой системы обучения являются: на стадии рубежного рейтинга, формируемого по результатам модульного компьютерного тестирования – тестовые задания; на стадии поощрительного рейтинга, формируемого по результатам написания и защиты рефератов по актуальной проблематике- рефераты; на стадии промежуточного рейтинга, определяемого по результатам сдачи зачета – теоретические вопросы, контролирующие теоретическое содержание учебного материала, контролирующие практические навыки из различных видов профессиональной деятельности обучающегося по ОПОП данного направления, формируемые при изучении дисциплины (модуля) «Системный анализ и основы моделирования экосистем».

6.1 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Системный анализ и основы моделирования экосистем»

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Оценочное средство	
			наименование	кол-во
1	Тема 1. Понятие о системах. Современное состояние системных исследований. Системы управления. Системный подход в экологии и агроэкологии.	УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы для зачета	20 6 15
2	Тема 2. Модели и моделирование: физическое, математическое, аналоговое, цифровое, имитационное моделирование.	УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы для зачета	10 3 7
	Тема 3. Роль моделей и моделирования в экологии и агроэкологии.	УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы для зачета	10 3 8
3	Тема 4. Моделирование экосистем с двумя взаимодействующими видами	УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы для зачета	20 6 15
4	Тема 5. Методы оптимизации экосистем. Моделирование продуктивности в агрофитоценозах.	УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы для зачета	10 3 7

	Тема 6. Моделирование адаптивной деятельности человека в агроэкосистемах.	УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы для зачета	10 3 8
5	Тема 7. Экологический риск – понятие, анализ и оценка.	УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы для зачета	20 6 15

6.2. Перечень вопросов для зачета

1. Системы и системный подход в экологии УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
2. Современное состояние системных исследований в экологии УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
3. Понятие модели и моделирования. Классификация моделей УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
4. Математические модели. Средства построения моделей УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
5. Моделирование экосистем с двумя взаимодействующими видами УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
6. Моделирование динамики популяций УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
7. Модели систем "хищник-жертва" и "паразит-хозяин" УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
8. Модель конкурентных отношений в экосистемах УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
9. Модель экологической ниши УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
10. Модель взаимодействия общества и природы УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
11. Энергетический уровень биосфера и коэффициент устойчивости биосфера УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
12. Модель мозаичной структуры биогеоценозов в биосфере УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
13. Основные принципы обеспечения устойчивости биосфера и ее образований. Устойчивое развитие человечества УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
14. Научно-технологическая политика в области экологически безопасной сельскохозяйственной продукции УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
15. Моделирование продуктивности в агрофитоценозах с учетом гидротермического показателя УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
16. Действия в нестандартных ситуациях. Социальная и этическая ответственность за принятые решения. УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
17. Моделирование продуктивности в агрофитоценозах с учетом естественной влагообеспеченности УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
18. Моделирование продуктивности в агрофитоценозах с учетом прихода ФАР УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
19. Сущность современных проблем агропочвоведения, агрохимии и экологии УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
20. Страховые фонды и экологизация производственной деятельности человека в агроэкосистемах УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
21. Современные технологии воспроизводства плодородия почв .Модели экологической оценки агроландшафтов УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03

22. Моделирование анализа риска в природоохранной деятельности. Основные понятия в анализе риска. УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
23. Экологическая опасность и безопасность. Критерии безопасности УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
24. Оценка риска как меры опасности через концепцию единичного иска УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
25. Оценка риска с использованием демографических показателей УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
26. Понятие биотехнической системы УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
27. Особенности биотехнических систем УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
28. Модель системы "организм - среда" УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
29. Модели индивидуального поведения человека УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
30. Модели различных типов поведения человека УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
31. Понятие промышленной популяции УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
32. Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу. УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
33. Промышленная популяция в экосистеме УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
34. Модель эксплуатации лесного хозяйства УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
35. Модель оптимизации платы за воду УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
36. Стратегическая модель использования сырья УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
37. Применение разнообразных методологических подходов к проектированию агротехнологий и моделированию агроэкосистем. УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
38. Способы оценки степени загрязнения природной среды УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
39. Критерии определения запаса устойчивости природно-хозяйственной системы УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
40. Оптимизация почвенных условий, систем применения удобрений для различных сельскохозяйственных культур. УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
41. Графы. Основные определения. Виды графов УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
42. Статические и динамические модели систем УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
43. Естественные и искусственные системы. Субъективные и объективные цели системы УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
44. Переменные системы. Классификация систем по типу переменных УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
45. Операторы системы. Классификация систем по типу операторов УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
46. Управление системами. Классификация систем по типу управления УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
47. Понятие гомеостазиса системы УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
48. Понятие о больших и сложных системах УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
49. Моделирование и анализ при решении системной проблемы УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
50. Моделирование и эксперимент. Роль измерений при моделировании систем, основные положения, связанные с понятием «измерение» УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
51. Неопределенность измерений. Виды неопределенностей УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
52. Понятие расплывчатости. Расплывчатые множества. Функция принадлежности УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
53. Использование анализа и синтеза в системных исследованиях. Декомпозиция и агрегирование УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
54. Формальная и содержательная модели как основания декомпозиции. Проблема полноты моделей УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03

55. Эмерджентность как результат агрегирования и проявление внутренней целостности систем УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
56. Понятие конфигуратора системы. Примеры конфигураторов УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
57. Системы с управлением. Основные типы. Задачи систем с управлением УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
58. Аксиомы теории управления УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
59. Энтропия управляемой системы. Пределы управления УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
60. Принцип необходимого разнообразия Эшби УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
61. Качество управления. Частные показатели эффективности системы с управлением. 62. Критерии ценности информации и минимума эвристик УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
63. Критерии качества систем, функционирующих в условиях угрозы их нормальной деятельности УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
64. Место математического моделирования в процессе познания и моделирования систем УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
65. Процесс построения математической модели УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
66. Использование анализа и синтеза в системных исследованиях. Проблема полноты моделей УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
67. Структурный анализ. Дерево целей УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
68. Место математического моделирования в процессе познания и моделирования систем. Точные и описательные науки УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
69. Процесс построения математической модели. Иерархическая структура математических моделей УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
70. Формальная запись модели как основа математического моделирования УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
71. Общие свойства моделей как отражение свойств системы и подхода к исследованию, классификация моделей по общим свойствам на основе формальной записи УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
72. Понятие об имитационном моделировании УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
73. Моделирование на основе теории катастроф УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
74. Моделирование систем с помощью орграфов. Виды орграфов УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03
75. Моделирование риска. Понятие риска, виды риска. Управление риском. Основные концептуальные модели (стратегии) УК-1; УК-2,ОПК-3, ПКО-03

6.3. Шкала оценочных средств

При функционировании модульно-рейтинговой системы обучения – знания, умения и навыки, приобретаемые обучающимися в процессе изучения дисциплины, оцениваются в рейтинговых баллах. Учебная дисциплина имеет итоговый рейтинг -10 баллов, который складывается из рубежного (40 баллов), промежуточного -(50 баллов) и поощрительного рейтинга (10 баллов). Итоговая оценка знаний обучающихся по дисциплине определяется на основании перевода итогового рейтинга в 5-ти балльную шкалу с учетом соответствующих критериев оценивания.

Уровни освоения компетенций	Критерии оценивания	Оценочные средства (кол-во баллов)
Продвинутый (75 -100 баллов) «зачтено»	- полное знание учебного материала из разных разделов дисциплины с раскрытием сущности	Тестовые задания (30-40 баллов);

	<p>системного анализа и основ моделирования экосистем, критического анализа проблемных ситуаций на основе системного подхода, современных методов решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности;</p> <ul style="list-style-type: none"> - полное умение использовать информационные технологии и системы в своей профессиональной деятельности; - полное владение способностью управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла. 	<p>реферат (7-10 баллов); вопросы к зачету (38-50 баллов).</p>
Базовый (50 -74 балла) – «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - знание учебного материала из разных разделов дисциплины с раскрытием сущности системного анализа и основ моделирования экосистем, критического анализа проблемных ситуаций на основе системного подхода, современных методов решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности; - умение использовать информационные технологии и системы в своей профессиональной деятельности; - владение способностью управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла. 	<p>Тестовые задания (20-30 баллов); реферат (5-9 баллов); вопросы к зачету 25-35 баллов).</p>
Пороговый (35 - 49 баллов) – «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - поверхностное знание учебного материала из разных разделов дисциплины с раскрытием сущности системного анализа и основ моделирования экосистем, критического анализа проблемных ситуаций на основе системного подхода, современных методов решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности; - поверхностное умение использовать информационные технологии и системы в своей профессиональной деятельности; - поверхностное владение способностью управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла. 	<p>Тестовые задания (14-19 баллов); реферат (3-6 баллов); вопросы к зачету (18 - 24 баллов).</p>

Низкий (допороговый) (компетенция не сформирована) (менее 35 баллов) – «не зачтено»	– незнание терминологии дисциплины; приблизительное представление о предмете и методах дисциплины; отрывочное, без логической последовательности изложение информации, косвенным образом затрагивающей некоторые аспекты программного материала	Тестовые задания (менее 0-13 баллов); реферат (0-4); вопросы к зачету (менее 0-17 баллов).
--	---	---

Все комплекты оценочных средств (контрольно-измерительных материалов), необходимых для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины подробно представлены в документе «Фонд оценочных средств дисциплины».

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная учебная литература

1. Бобрович, Л.В. УМКД «Системный анализ и основы моделирования экосистем» для обучающихся по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение / Л.В. Бобрович, Т.Г-Г. Алиев, И.Н. Мацнев, В.В. Шелковников / - Мичуринск, 2025.

7.2. Методические указания по освоению дисциплины

1. Бобрович, Л.В. УМКД «Системный анализ и основы моделирования экосистем» для обучающихся по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение / Л.В. Бобрович, Т.Г-Г. Алиев, И.Н. Мацнев, В.В. Шелковников / - Мичуринск, 2025.

7.3. Информационные и цифровые технологии (программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы)

Учебная дисциплина (модуль) предусматривает освоение информационных и цифровых технологий. Реализация цифровых технологий в образовательном пространстве является одной из важнейших целей образования, дающей возможность развивать конкурентоспособные качества обучающихся как будущих высококвалифицированных специалистов.

Цифровые технологии предусматривают развитие навыков эффективного решения задач профессионального, социального, личностного характера с использованием различных видов коммуникационных технологий. Освоение цифровых технологий в рамках данной дисциплины (модуля) ориентировано на способность безопасно и надлежащим образом получать доступ, управлять, интегрировать, обмениваться, оценивать и создавать информацию с помощью цифровых устройств и сетевых технологий. Формирование цифровой компетентности предполагает работу с данными, владение инструментами для коммуникации.

7.3.1 Электронно-библиотечная системы и базы данных

1. ООО «ЭБС ЛАНЬ» (<https://e.lanbook.ru/>) (договор на оказание услуг от 03.04.2024 № б/н (Сетевая электронная библиотека)

2. База данных электронных информационных ресурсов ФГБНУ ЦНСХБ (договор по обеспечению доступа к электронным информационным ресурсам ФГБНУ ЦНСХБ через терминал удаленного доступа (ТУД ФГБНУ ЦНСХБ) от 09.04.2024 № 04-УТ/2024)

3. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»: Коллекции «Базовый массив» и «Колос-с. Сельское хозяйство» (<https://rucont.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа от 26.04.2024 № 1901/БП22)

4. ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (<https://urait.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к образовательной платформе ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» от 07.05.2024 № 6555)

5. Электронно-библиотечная система «Вернадский» (<https://vernadsky-lib.ru>) (договор на безвозмездное использование произведений от 26.03.2020 № 14/20/25)

6. База данных НЭБ «Национальная электронная библиотека» (<https://rusneb.ru/>) (договор о подключении к НЭБ и предоставлении доступа к объектам НЭБ от 02.02.2024 № 101/НЭБ/4712-п)

7. Соглашение о сотрудничестве по оказанию библиотечно-информационных и социокультурных услуг пользователям университета из числа инвалидов по зрению, слабовидящих, инвалидов других категорий с ограниченным доступом к информации, лиц, имеющих трудности с чтением плоскопечатного текста ТОГБУК «Тамбовская областная универсальная научная библиотека им. А.С. Пушкина» (<https://www.tambovlib.ru>) (соглашение о сотрудничестве от 16.09.2021 № б/н)

7.3.2. Информационные справочные системы

1. Справочная правовая система КонсультантПлюс (договор поставки, адаптации и сопровождения экземпляров систем КонсультантПлюс от 28.02.2025 № 12413 /13900/ЭС).

2. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ» (договор на услуги по сопровождению от 28.02.2025 № 194-01/2025).

7.3.3. Современные профессиональные базы данных

1. База данных нормативно-правовых актов информационно-образовательной программы «Росметод» (договор от 05.09.2024 № 512/2024)

2. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU – российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования - [https://elibrary.ru/](https://elibrary.ru)

3. Портал открытых данных Российской Федерации - [https://data.gov.ru/](https://data.gov.ru)

4. Открытые данные Федеральной службы государственной статистики - <https://rosstat.gov.ru/opendata>

7.3.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)	Реквизиты подтверждающего документа (при наличии)
1	Microsoft Windows, Office Professional	Microsoft Corporation	Лицензионное	-	Лицензия от 04.06.2015 № 65291651 срок действия: бессрочно

2	Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security для бизнеса	АО «Лаборатория Касперского» (Россия)	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/366574/?sphrase_id=415165	Сублицензионный договор с ООО «Софтекс» от 09.12.2024 № б/н, срок действия: с 09.12.2024 по 09.12.2025
3	МойОфис Стандартный - Офисный пакет для работы с документами и почтой (myoffice.ru)	ООО «Новые облачные технологии» (Россия)	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301631/?sphrase_id=2698444	Контракт с ООО «Рубикон» от 24.04.2019 № 036410000081 9000012 срок действия: бессрочно
4	Офисный пакет «P7-Офис» (десктопная версия)	АО «P7»	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/306668/?sphrase_id=4435041	Контракт с ООО «Софтекс» от 24.10.2023 № 036410000082 3000007 срок действия: бессрочно
5	Операционная система «Альт Образование»	ООО "Базальт свободное программное обеспечение"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303262/?sphrase_id=4435015	Контракт с ООО «Софтекс» от 24.10.2023 № 036410000082 3000007 срок действия: бессрочно
6	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат ВУЗ» (https://docs.antiplagiaus.ru)	АО «Антиплагиат» (Россия)	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303350/?sphrase_id=2698186	Лицензионный договор с АО «Антиплагиат» от 23.05.2024 № 8151, срок действия: с 23.05.2024 по 22.05.2025
7	Acrobat Reader - просмотр документов PDF, DjVU	Adobe Systems	Свободно распространяемое	-	-
8	Foxit Reader - просмотр документов PDF, DjVU	Foxit Corporation	Свободно распространяемое	-	-

7.3.5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. CDTOWiki: база знаний по цифровой трансформации <https://cdto.wiki/>

7.3.6. Цифровые инструменты, применяемые в образовательном процессе

1. LMS-платформа Moodle
2. Виртуальная доска Miro: miro.com
3. Виртуальная доска SBoard <https://sboard.online>
4. Облачные сервисы: Яндекс.Диск, Облако Mail.ru
5. Сервисы опросов: Яндекс.Формы, MyQuiz
6. Сервисы видеосвязи: Яндекс.Телемост, Webinar.ru
7. Сервис совместной работы над проектами для небольших групп Trello
<http://www.trello.com>

7.3.7. Цифровые технологии, применяемые при изучении дисциплины

Системный анализ и основы моделирования экосистем

№	Цифровые технологии	Виды учебной работы, выполняемые с применением цифровой технологии	Формируемые компетенции	ИДК
	Облачные технологии	Лекции Самостоятельная работа	УК-1	ИД-1УК-1 ИД-2УК-1
	Большие данные	Лекции Самостоятельная работа	ОПК-3	ИД-1ОПК-3

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные занятия с обучающимися проводятся в закреплённых за кафедрой агрохимии, почвоведения и агроэкологии аудиториях университета согласно расписанию.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (г. Миасс, ул. Интернациональная, дом № 101, 2/18)	1. Ноутбук Samsung R 528 процессор Celeron (R) Dual-Core CPU (инв. № 000002101045200) 2. Проектор BenQ MP 575 (инв. № 000002101045199) 3. Доска классная Brauberg 4. Проекционный экран Lumien	
Учебная	1. Жалюзи (инв. №	

аудитория для проведения занятий семинарского типа (учебно-исследовательская лаборатория) (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/203)	<p>2101062728);</p> <p>2. Жалюзи (инв. № 2101062727);</p> <p>3. Аппарат для встряхивания (инв. № 1101044851);</p> <p>4. Весы ВЛК-500 (инв. № 1101044853);</p> <p>5. Весы тарировочные ВЛКТ-2кг (инв. № 1101044856);</p> <p>6. Встряхиватель лабораторный ЛМ-211 (инв. № 1101044931);</p> <p>7. pH-метр ЭВ-74 (инв. № 1101044869);</p> <p>8. Стойка сушильная (инв. № 1101044905, 1101044904);</p> <p>9. Стол для весов (инв. № 1101044893);</p> <p>10. Стол лабораторный (инв. № 110104918, 110104880, 110104879, 110104877, 110104875, 110104874, 110104873);</p> <p>11. Стол лабораторный 800/900 (инв. № 110104933);</p> <p>12. Стол моечный (инв. № 1101044890, 1101044889);</p> <p>13. Шкаф закрывающийся (инв. № 1101044900, 1101044899, 1101044899);</p> <p>14. Шкаф вытяжной (инв. № 1101043583);</p> <p>25. Сушильный шкаф ЛП 33/2 (инв. № 1101043587).</p>	
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (учебно-исследовательская лаборатория) (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/207)	<p>1. Печь муфельная 4К/1100 (инв. № 1101044929);</p> <p>2. Стойка сушильная (инв. № 1101044907, 1101044906);</p> <p>3. Стол для весов (инв. № 1101044894);</p> <p>4. Стол лабораторный (инв. № 1101044919, 1101044887, 1101044886, 1101044885, 1101044884, 1101044883, 1101044882, 1101044881);</p> <p>5. Стол моечный (инв. № 1101044892, 1101044891);</p>	

	<p>6. Стол угловой (инв. № 1101044908);</p> <p>7. Фотоколориметр КФК (инв. № 1101044866);</p> <p>8. Шкаф закрывающийся (инв. № 1101044897, 1101044896);</p> <p>9. Шкаф вытяжной ЛФ-312 (инв. № 1101044916);</p> <p>10. Шкаф стенной (инв. № 1101044914, 1101043588);</p> <p>11. Шкаф стенной закрыв. (инв. № 1101044902, 1101044901);</p> <p>12. Шкаф термопр. (инв. № 1101044850).</p>	
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/210)	<p>1. Компьютер Pentium-4 (инв. № 2101040657)</p> <p>2. Компьютер С-1100 (инв. № 2101042621)</p> <p>3. Принтер (№ 2101062001)</p> <p>4. Сканер HP Scanjet (инв. № 2101060487)</p> <p>5. Стойка компьютерная (инв. № 2101062655, 2101062654, 2101062653, 2101062651)</p> <p>6. Компьютер Olivetti (инв. № 1101043664)</p> <p>7. Компьютер Sempron (инв. № 1101041735, 1101041734, 1101041733, 1101041731, 1101041728, 1101041727)</p> <p>8. Компьютер Cope-2 DUO 1,86 (инв. № 1101041724)</p> <p>9. Компьютер PCS 272 (инв. № 1101041722)</p> <p>10. Компьютер PCS 286 (инв. № 1101041721)</p> <p>11. Компьютер С-600 (инв. № 1101041723)</p>	<p>1. Microsoft Windows XP, 7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно).</p> <p>2. Microsoft Office 2003, 2010 (лицензия от 04.06.2015 № 65291658, бессрочно).</p> <p>3. Система Консультант Плюс, договор от 10.03.2017 № 7844/13900/ЭС;</p> <p>Система Консультант Плюс, договор от 20.02.2018 № 9012 /13900/ЭС;</p> <p>Система Консультант Плюс, договор от 01.11.2018 № 9447/13900/ЭС;</p> <p>Система Консультант Плюс, договор от 26.02.2019 № 9662/13900/ЭС.</p> <p>4. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ», договор от 27.12.2016 № 154-01/17;</p> <p>Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ», договор от 09.01.2018 № 194-01/2018СД; Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ», договор от 02.07.2018 № 194-02/2018СД.</p>
Учебная аудитория для самостоятельной работы (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/239б)	<p>1. Доска классная (инв. № 2101063508)</p> <p>2. Жалюзи (инв. № 2101062717)</p> <p>3. Жалюзи (инв. № 2101062716)</p> <p>4. Компьютер Celeron E3500, мат. плата ASUS, опер.память 2048Mb,</p>	<p>1. Microsoft Windows XP,7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно).</p> <p>2. Microsoft Office 2003, 2010 (лицензия от 04.06.2015 № 65291658, бессрочно).</p> <p>3. AutoCAD Design Suite Ultimate (договор от 17.04.2015 № 110000940282);</p> <p>4. nanoCAD (версия 5.1 локальная, образовательная лицензия, серийный</p>

	<p>монитор 19" AOC (инв.№ 2101045283, 2101045284, 2101045285)</p> <p>5. Компьютер Pentium-4 (инв.№ 2101042569)</p> <p>6. Моноблок iRU308 21.5 HD i3 3220/4Gb/500gb/GT630M 1Gb/DVDRW/MCR/DOS/Wi Fi/white/Web/ клавиатура, мышь (инв. № 21013400521, 21013400520)</p> <p>7. Компьютер Dual Core E 6500 (инв.№ 1101047186)</p> <p>8. Компьютер торнадо Соре-2 (инв.№ 1101045116, 1101045118, 1101045117)</p> <p>9. Экран на штативе (инв.№ 1101047182)</p> <p>Компьютерная техника подключена к сети «Интернет» и обеспечена доступом в ЭИОС университета.</p>	<p>номер NC50B-270716 лицензия действительна бессрочно, бесплатная).</p> <p>5. Программный комплекс «АСТ-Тест Plus» (лицензионный договор от 18.10.2016 № Л-21/16).</p> <p>6. ГИС MapInfo Professional 15.0 для Windows для учебных заведений (лицензионный договор от 18.12.2015 №123/2015-у)</p>
--	---	--

Рабочая программа дисциплины «Системный анализ и основы моделирования экосистем» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение (уровень магистратуры), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 700 от 26.07.2017 г.

Авторы:

Бобрович Л.В., профессор кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии, доктор с.-х.н., доцент

Алиев Т.Г.-Г., профессор кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии, доктор с.-х.н.

Мацнев И.Н., зав.каф. агрохимии, почвоведения и агроэкологии, канд.с.-х.н., доцент

Шелковников В.В., ассистент кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии

Рецензент:

Ю.В. Гурьянова, профессор кафедры садоводства, тепличных технологий и биотехнологии, доктор с.-х. наук

Программа рассмотрена на заседании кафедры агрохимии, почвоведения и агрономии протокол № 6 от 9 апреля 2019 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовоенного института им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ протокол № 9 от 22 апреля 2019 г.

Программа утверждена решением учебно-методического совета университета протокол № 8 от 25 апреля 2019 г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры агрохимии, почвоведения и агрономии протокол № 7 от 10 марта 2020 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовоенного института им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ протокол № 9 от 20 апреля 2020 г.

Программа утверждена решением учебно-методического совета университета протокол № 8 от 23 апреля 2020 г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры агрохимии, почвоведения и агрономии протокол № 8 от 5 апреля 2021 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовоенного института им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ протокол № 9 от 19 апреля 2021 г.

Программа утверждена решением учебно-методического совета университета протокол № 8 от 22 апреля 2021 г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры агрохимии, почвоведения и агрономии протокол № 11 от 15 июня 2021 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовоенного института им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ протокол № 11 от 21 июня 2021 г.

Программа утверждена решением учебно-методического совета университета протокол № 10 от 24 июня 2021 г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры агрохимии, почвоведения и агрономии № 9 от 4 апреля 2022 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовоенного института им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ протокол № 8 от 18 апреля 2022 г.

Программа утверждена решением учебно-методического совета университета протокол № 8 от 21 апреля 2022 г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры агрохимии, почвоведения и агрономии протокол № 11 от «5» июня 2023 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии института фундаментальных и прикладных агробиотехнологий им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ протокол № 11 от 19 июня 2023г.

Программа утверждена решением учебно-методического совета университета протокол № 10 от 22 июня 2023 г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии протокол № 11 от «13» мая 2024 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии института фундаментальных и прикладных агробиотехнологий им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ протокол № 10 от 20 мая 2024г.

Программа утверждена решением учебно-методического совета университета протокол № 9 от 23 мая 2024 г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Программа рассмотрена на заседании кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии (протокол № 09 от 1 апреля 2025 г.).

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии института фундаментальных и прикладных агробиотехнологий им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 08 от 21 апреля 2025г.).

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета (протокол № 08 от 23 апреля 2025 г.).

Оригинал документа хранится на кафедре агрохимии, почвоведения и агроэкологии