

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Мичуринский государственный аграрный университет»

Кафедра агрохимии, почвоведения и агроэкологии

УТВЕРЖДЕНА  
решением учебно-методического совета уни-  
верситета  
(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 35.03.03. Агрохимия и агропочвоведение  
Направленность (профиль) Агроэкология  
Квалификация бакалавр

Мичуринск, 2025 г.

## **1. Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины (модуля) «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.

При освоении дисциплины учитываются трудовые функции следующего профессионального стандарта «Агроном» (утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от России от 20.09.2021 № 644н).

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина (модуль) «Системный анализ и моделирование экосистем» относится к Блоку 1. Дисциплины (модули). Вариативная часть. Дисциплины по выбору. (Б1.В.ДВ.06.01).

Изучение дисциплины (модуля) «Системный анализ и основы моделирования экосистем» основывается на знаниях, умениях и навыках таких дисциплин, как: «Мелиорация», «Лесомелиорация ландшафтov», «Почвенная и растительная диагностика», «Основы информационно-консультационной службы», «Экологическое нормирование», «Экологическая паспортизация».

Знания, умения и навыки, формируемые в процессе освоения дисциплины (модуля) «Оценка качества и плодородия почвы» взаимодействуют со знаниями, умениями и навыками, полученными в процессе изучения дисциплин (модулей): «Рациональное природопользование», «Анализ и прогнозирование эволюции почв», «Геоэкология», «Агрометеорология», «Метеорология и климатология», «Программирование урожая», «Ресурсы почвенного плодородия и их использование».

## **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 РФ от 20.09.2021 № 644н).

Обобщенная трудовая функция - организация производства продукции растениеводства.

Трудовая функция - разработка системы мероприятий по производству продукции растениеводства (код – В/01.6).

Трудовые действия:

- сбор информации, необходимой для разработки элементов системы земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур;
- разработка системы севооборотов и плана их размещения по территории землепользования с учетом агроландшафтной характеристики территории для эффективного использования земельных ресурсов;
- обоснование выбора сортов сельскохозяйственных культур для конкретных условий региона и уровня интенсификации земледелия;

- разработка рациональных систем обработки почвы в севооборотах с учетом почвенно-климатических условий и рельефа территории для создания оптимальных условий для роста и развития сельскохозяйственных культур и сохранения плодородия почвы;

- разработка экологически обоснованной системы применения удобрений с учетом свойств почвы и биологических особенностей растений для обеспечения сельскохозяйственных культур элементами питания, необходимыми для формирования запланированного урожая, сохранения (повышения) плодородия почвы

- разработка экологически обоснованной интегрированной системы защиты растений с учетом прогноза развития вредных объектов и фактического фитосанитарного состояния посевов для предотвращения потерь урожая от болезней, вредителей и сорняков;

- разработка агротехнических мероприятий по улучшению фитосанитарного состояния посевов;

- разработка технологий уборки сельскохозяйственных культур, послеуборочной доработки сельскохозяйственной продукции и закладки ее на хранение, обеспечивающих сохранность урожая;

- подготовка технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур в части, касающейся агрономии, на основе разработанных технологий для организации рабочих процессов.

Освоения дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

УК-1 – способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

УК-2 – способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений;

ПКР-9 – способен анализировать материалы почвенного, агрохимического и экологического состояния агроландшафтов с применением информационно-коммуникационных технологий.

Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальных компетенций	Критерии оценивания результатов обучения			
		низкий (до пороговый, компетенция не сформирована)	пороговый	базовый	продвинутый
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	ИД-1ук-1 – Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи	Не может анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие, не осуществляет декомпозицию задачи	Слабо анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, слабо осуществляет декомпозицию задачи	Хорошо анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, хорошо осуществляет декомпозицию задачи	Отлично анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, отлично осуществляет декомпозицию задачи
	ИД-2ук-1 – Находит и критически анализирует информацию, необходи-	Не может находить и критически анализировать информацию, не-	Не достаточно четко находит и критически анализирует информацию,	Достаточно быстро находит и критически анализирует информацию,	Успешно находит и критически анализирует информацию, не-

	мую для решения поставленной задачи.	обходимую для решения поставленной задачи.	необходимую для решения поставленной задачи.	необходимую для решения поставленной задачи.	обходимую для решения поставленной задачи.
	ИД-3ук-1 – Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.	Не может рассмотреть возможные варианты решения задачи и оценить их достоинства и недостатки.	Слабо рассматривает возможные варианты решения задачи, чтобы оценить их достоинства и недостатки.	Достаточно быстро рассматривает возможные варианты решения задачи, четко оценивая их достоинства и недостатки.	Успешно рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.
	ИД-4ук-1 – Грамотно, логично, аргументировано формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности	Не может грамотно, логично, аргументировано сформировать собственные суждения и оценки. Не отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности	Не достаточно грамотно, логично, аргументировано формирует собственные суждения и оценки. Слабо отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности	Достаточно грамотно, логично, аргументировано формирует собственные суждения и оценки. Хорошо отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности	Очень грамотно, логично, аргументировано формирует собственные суждения и оценки. Быстро отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности
	ИД-5ук-1 – Определяет и оценивает последствия возможных решений задачи.	Не может определить и оценить последствия возможных решений задачи.	Слабо определяет и оценивает последствия возможных решений задачи.	Хорошо определяет и оценивает последствия возможных решений задачи.	Успешно определяет и оценивает последствия возможных решений задачи.
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выби-	ИД-1ук-2 – Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвя-	Не может формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность	Не достаточно четко может формулировать в рамках поставленной цели проекта	В достаточной степени может формулировать в рамках поставленной цели проекта	Отлично формулирует в рамках поставленной цели проекта совокуп-

	ратить оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	занных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач.	взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Не может определять ожидаемые результаты решения выделенных задач.	совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Не достаточно четко может определять ожидаемые результаты решения выделенных задач.	совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Достаточно четко может определять ожидаемые результаты решения выделенных задач.	нность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Четко может определять ожидаемые результаты решения выделенных задач.
	ИД-2ук-2 – Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбиная оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.	Не может проектировать решение конкретной задачи проекта, выбиная оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.	Не достаточно четко может проектировать решение конкретной задачи проекта, выбиная оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.	Достаточно хорошо может проектировать решение конкретной задачи проекта, выбиная оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.	Успешно может проектировать решение конкретной задачи проекта, выбиная оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.	
	ИД-3ук-2 – Решает конкретные задачи проекта, заявленного качества и за установленное время.	Не может решать конкретные задачи проекта, заявленного качества и за установленное время.	Слабо решает конкретные задачи проекта, заявленного качества и за установленное время.	Хорошо решает конкретные задачи проекта, заявленного качества и за установленное время.	Отлично решает конкретные задачи проекта, заявленного качества и за установленное время.	
	ИД-4ук-2 – Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта.	Не может публично представлять результаты решения конкретной задачи проекта.	Не уверенно публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта.	Достаточно четко публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта.	Отлично публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта.	

					екта.
ПКР-9. Способен анализиро- вать матери- алы почвен- ного, агро- химического и экологиче- ского состо- яния агроландшафтов с применени- ем информа- ционно- коммуника- ционных технologий.	ИД-1 <sub>ПК-9</sub> – Анализирует материалы почвенного, агрохимического и экологического состояния агроландшафтов с применением информационно-коммуникационных технологий.	Не может анализиро- вать матери- алы почвен- ного, агро- химического и экологиче- ского состо- яния агроланд- шафтов с применением информа- ционно- коммуника- ционных технologий.	Не уверенно может анализиро- вать матери- алы почвен- ного, агро- химического и экологиче- ского состо- яния агроланд- шафтов с применением информа- ционно- коммуника- ционных технologий.	Достаточно хорошо может анализиро- вать матери- алы почвен- ного, агро- химического и экологиче- ского состо- яния агроланд- шафтов с применением информа- ционно- коммуника- ционных технologий.	Уверенно анализиро- вет материа- лы почвен- ного, агро- химическо- го и эколо- гического состояния агроланд- шафтов

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знатъ:

- основные понятия и методы математического анализа, теорию вероятностей и математической статистики, а также пути и возможности их применения для оценки воздействий абиотических, биотических и антропогенных экологических факторов на организмы, популяции, экосистемы, биосферу;

уметь:

- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа;

владѣть:

- способностью к обобщению и статистической обработке результатов опытов, формулированию выводов.

### **3.1. Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины (мо- дуля) и формируемых в них общепрофессиональных и профессиональ- ных компетенций**

Темы, разделы дисциплины	Компетенции			Общее количе-ство компетен-ций
	УК-1	УК-2	ПКР-9	
Раздел 1. Понятие о системах.				
Тема 1. Понятие о системах. Современное состояние системных исследований. Системы управления. Системный подход в экологии и агроэкологии.	+	+	+	3
Раздел 2. Модели и моделирование.				
Тема 1. Модели и моделирование: физическое, математическое, аналоговое, цифровое, имитационное моделирование.	+	+	+	3
Тема 2. Роль моделей и моделирования в	+	+	+	3

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

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3,0 зачетные единицы – 108 акад. часов.

#### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид занятий	Количество акад. часов	
	по очной форме обучения 7 семестр	по заочной форме обучения 5 курс
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем	48	18
Аудиторные занятия, из них	48	18
лекции	16	6
практические занятия	32	12
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч.	60	86
проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	15	25
подготовка к практическим занятиям	15	25
выполнение индивидуальных заданий	15	25
подготовка к сдаче модуля (выполнение тренировочных тестов)	15	11
Контроль		4
Вид итогового контроля	зачет	зачет

#### 4.2 Лекции

№	Раздел дисциплины (модуля), темы лекций	Объем в акад. часах		Формируемые 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 агро-	2	1	УК-1, УК-2, ПКР-9

	экологии.			
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.	2 2	1 2	УК-1, УК-2, ПКР-9
3	Моделирование экосистем.			
	3.1. Моделирование экосистем с двумя взаимодействующими видами	2	-	УК-1, УК-2, ПКР-9
4	Модели взаимодействия общества и природы.			
	4.1. Методы оптимизации экосистем. Моделирование продуктивности в агрофитоценозах. 4.2. Моделирование адаптивной деятельности человека в агроэкосистемах.	2 4	2	УК-1, УК-2, ПКР-9
5	Моделирование анализа риска.			
	5.1. Экологический риск – понятие, анализ и оценка.	2		УК-1, УК-2, ПКР-9
Итого:		16	6	

#### 4.3. Практические занятия

№	Наименование занятия	Объем в часах		Формируемые компетенции
		очная форма обучения	заочная форма обучения	
1 2 3 4 5	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 4 2 4	2 2 2 - -	УК-1, УК-2, ПКР-9 УК-1, УК-2, ПКР-9 УК-1, УК-2, ПКР-9 УК-1, УК-2, ПКР-9 УК-1, УК-2, ПКР-9
6	Моделирование взаимодействия общества и природы	2	-	УК-1, УК-2, ПКР-9
7	Агроклиматическое моделирование	4	2	УК-1, УК-2, ПКР-9
8	Моделирование продуктивности агрофитоценозов	2	-	УК-1, УК-2, ПКР-9
9 10	Моделирование управления риском для здоровья населения: - оценка риска как меры опасности; использование демографических показателей при оценке риска; - прогнозирование последствий экологических опасностей природного и техногенного характера.	4 4	2 2	УК-1, УК-2, ПКР-9 УК-1, УК-2, ПКР-9
Итого:		32	12	

#### **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.	работа с конспектами по лекционному материалу; подготовка к практическим занятиям; выполнение индивидуальных заданий; подготовка к сдаче модуля	3 3 3 3	5 5 5 2
Раздел 2. Модели и моделирование.	работа с конспектами по лекционному материалу; подготовка к практическим занятиям; выполнение индивидуальных заданий; подготовка к сдаче модуля	3 3 3 3	5 5 5 2
Раздел 3. Моделирование экосистем.	работа с конспектами по лекционному материалу; подготовка к практическим занятиям; выполнение индивидуальных заданий; подготовка к сдаче модуля	3 3 3 3	5 5 5 2
Раздел 4. Модели взаимодействия общества и природы.	работа с конспектами по лекционному материалу; подготовка к практическим занятиям; выполнение индивидуальных заданий; подготовка к сдаче модуля	3 3 3 3	5 5 5 3
Раздел 5. Моделирование анализа риска.	работа с конспектами по лекционному материалу; подготовка к практическим занятиям; выполнение индивидуальных заданий; подготовка к сдаче модуля	3 3 3	5 5 2
Итого:		60	86

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 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение. - Мичуринск, 2025.

#### **4.6. Выполнение контрольной работы обучающимися заочной формы**

В соответствии с учебным планом, следует выполнить одну контрольную работу. К выполнению контрольной работы надо приступить после полного изучения курса в соответствии с программой и методическими указаниями.

## **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.**

Основные понятия и методы математического анализа, теорию вероятностей и математической статистики, а также пути и возможности их применения для оценки воздействий абиотических, биотических и антропогенных экологических факторов на организмы, популяции, экосистемы, биосферу.

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.

### **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.

### **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 оптимизационные 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 продукционного процесса.

### **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.

### **Раздел 4. Модели взаимодействия общества и природы**

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

Основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа.

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 биосферы и коэффициент устойчивости биосферы. Закон квантитативной компенсации в функциях биосферы. Энергетический уровень и стабильность биосферы и биогеоценозов. Оптимизация экосистем путем стабилизации их энергетического уровня. Модель мозаичной структуры биогеоценозов в биосфере. Основные принципы обеспечения устойчивости биосферы 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 продуктивности в агрофитоценозах.**

Моделирование продуктивности в агрофитоценозах. 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.

Обобщение статистической обработки результатов опытов, формулирование выводов.

## **5. Образовательные технологии**

При изучении дисциплины (модуля) «Геоэкология» используется инновационная образовательная технология на основе интеграции компетентностного и личностно-ориентированного подходов с элементами традиционного лекционно-семинарского и квази-профессионального обучения с использованием интерактивных форм проведения занятий, исследовательской проектной деятельности и мультимедийных учебных материалов.

Вид учебной работы	Образовательные технологии
Лекции	Электронные материалы, использование мультимедийных средств, нагляденный материал
Практические (лабораторные) занятия	Выполнение групповых аудиторных заданий, индивидуальные доклады, рефераты.
Самостоятельные работы	Задача и презентация результатов самостоятельного исследования на занятиях

## **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, эссе по актуальной проблематике, оценки ответов обучающегося на коллоквиумах – рефераты, коллоквиум и эссе; на стадии промежуточного рейтинга, определяемого по результатам сдачи зачета и экзамена – теоретические вопросы, контролирующие теоретическое содержание учебного материала, задание, контролирующее практические навыки из различных видов профессиональной деятельности обучающегося по ОПОП данного направления, формируемые при изучении дисциплины «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	Раздел 1. Понятие о системах. Тема 1. Понятие о системах. Современное состояние системных исследований. Системы управления. Системный подход в экологии и агроэкологии.	УК-1, УК-2, ПКР-9	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы для зачета	20 6 15
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.	УК-1, УК-2, ПКР-9	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы для зачета	20 6 15
3	Раздел 3. Моделирование экосистем. Тема 1. Моделирование экосистем с двумя взаимодействующими видами	УК-1, УК-2, ПКР-9	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы для зачета	20 6 15
4	Раздел 4. Модели взаимодействия общества и природы. Тема 1. Методы оптимизации экосистем. Моделирование продуктивности в агрофитоценозах. Тема 2. Моделирование адаптивной деятельности человека в агроэкосистемах.	УК-1, УК-2, ПКР-9	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы для зачета	20 6 15
5	Раздел 5. Моделирование анализа риска. Тема 1. Экологический риск – понятие, анализ и оценка.	УК-1, УК-2, ПКР-9	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, ПКР-9)
2. Современное состояние системных исследований в экологии (УК-1, УК-2, ПКР-9)
3. Понятие модели и моделирования. Классификация моделей (УК-1, УК-2, ПКР-9)
4. Математические модели. Средства построения моделей (УК-1, УК-2, ПКР-9)
5. Моделирование экосистем с двумя взаимодействующими видами (УК-1, УК-2, ПКР-9)
6. Моделирование динамики популяций (УК-1, УК-2, ПКР-9)
7. Модели систем "хищник-жертва" и "паразит-хозяин" (УК-1, УК-2, ПКР-9)
8. Модель конкурентных отношений в экосистемах (УК-1, УК-2, ПКР-9)
9. Модель экологической ниши (УК-1, УК-2, ПКР-9)
10. Модель взаимодействия общества и природы (УК-1, УК-2, ПКР-9)
11. Энергетический уровень биосфера и коэффициент устойчивости биосфера (УК-1, УК-2, ПКР-9)
12. Модель мозаичной структуры биогеоценозов в биосфере (УК-1, УК-2, ПКР-9)
13. Основные принципы обеспечения устойчивости биосфера и ее образований. Устойчивое развитие человечества (УК-1, УК-2, ПКР-9)

14. Моделирование продуктивности агрофитоценозов с учетом биоклиматического потенциала (УК-1, УК-2, ПКР-9)
15. Моделирование продуктивности в агрофитоценозах с учетом гидротермического показателя (УК-1, УК-2, ПКР-9)
16. Моделирование продуктивности в агрофитоценозах с учетом биогидротермического потенциала (УК-1, УК-2, ПКР-9)
17. Моделирование продуктивности в агрофитоценозах с учетом естественной влагообеспеченности (УК-1, УК-2, ПКР-9)
18. Моделирование продуктивности в агрофитоценозах с учетом прихода ФАР (УК-1, УК-2, ПКР-9)
19. Адаптивный потенциал агроэкосистем и стрессовые ситуации в них (УК-1, УК-2, ПКР-9)
20. Страховые фонды и экологизация производственной деятельности человека в агроэкосистемах (УК-1, УК-2, ПКР-9)
21. Модели экологической оценки агроландшафтов (УК-1, УК-2, ПКР-9)
22. Моделирование анализа риска в природоохранной деятельности. Основные понятия в анализе риска. (УК-1, УК-2, ПКР-9)
23. Экологическая опасность и безопасность. Критерии безопасности (УК-1, УК-2, ПКР-9)
24. Оценка риска как меры опасности через концепцию единичного иска (УК-1, УК-2, ПКР-9)
25. Оценка риска с использованием демографических показателей (УК-1, УК-2, ПКР-9)
26. Понятие биотехнической системы (УК-1, УК-2, ПКР-9)
27. Особенности биотехнических систем (УК-1, УК-2, ПКР-9)
28. Модель системы "организм - среда" (УК-1, УК-2, ПКР-9)
29. Модели индивидуального поведения человека (УК-1, УК-2, ПКР-9)
30. Модели различных типов поведения человека (УК-1, УК-2, ПКР-9)
31. Понятие промышленной популяции (УК-1, УК-2, ПКР-9)
32. Компоненты модели промышленной популяции (УК-1, УК-2, ПКР-9)
33. Промышленная популяция в экосистеме (УК-1, УК-2, ПКР-9)
34. Модель эксплуатации лесного хозяйства (УК-1, УК-2, ПКР-9)
35. Модель оптимизации платы за воду (УК-1, УК-2, ПКР-9)
36. Стратегическая модель использования сырья (УК-1, УК-2, ПКР-9)
37. Что понимают под устойчивостью природно-хозяйственной системы? (УК-1, УК-2, ПКР-9)
38. Способы оценки степени загрязнения природной среды (УК-1, УК-2, ПКР-9)
39. Критерии определения запаса устойчивости природно-хозяйственной системы (УК-1, УК-2, ПКР-9)
40. Модель «черного ящика» (УК-1, УК-2, ПКР-9)
41. Графы. Основные определения. Виды графов (УК-1, УК-2, ПКР-9)
42. Статические и динамические модели систем (УК-1, УК-2, ПКР-9)
43. Естественные и искусственные системы. Субъективные и объективные цели системы (УК-1, УК-2, ПКР-9)
44. Переменные системы. Классификация систем по типу переменных (УК-1, УК-2, ПКР-9)
45. Операторы системы. Классификация систем по типу операторов (УК-1, УК-2, ПКР-9)
46. Управление системами. Классификация систем по типу управления (УК-1, УК-2, ПКР-9)
47. Понятие гомеостазиса системы (УК-1, УК-2, ПКР-9)
48. Понятие о больших и сложных системах (УК-1, УК-2, ПКР-9)

49. Моделирование и анализ при решении системной проблемы (УК-1, УК-2, ПКР-9)
50. Моделирование и эксперимент. Роль измерений при моделировании систем, основные положения, связанные с понятием «измерение» (УК-1, УК-2, ПКР-9)
51. Неопределенность измерений. Виды неопределенностей (УК-1, УК-2, ПКР-9)
52. Понятие расплывчатости. Расплывчатые множества. Функция принадлежности (УК-1, УК-2, ПКР-9)
53. Использование анализа и синтеза в системных исследованиях. Декомпозиция и агрегирование (УК-1, УК-2, ПКР-9)
54. Формальная и содержательная модели как основания декомпозиции. Проблема полноты моделей (УК-1, УК-2, ПКР-9)
55. Эмерджентность как результат агрегирования и проявление внутренней целостности систем (УК-1, УК-2, ПКР-9)
56. Понятие конфигуратора системы. Примеры конфигураторов (УК-1, УК-2, ПКР-9)
57. Системы с управлением. Основные типы. Задачи систем с управлением (УК-1, УК-2, ПКР-9)
58. Аксиомы теории управления (УК-1, УК-2, ПКР-9)
59. Энтропия управляемой системы. Пределы управления (УК-1, УК-2, ПКР-9)
60. Принцип необходимого разнообразия Эшби (УК-1, УК-2, ПКР-9)
61. Качество управления. Частные показатели эффективности системы с управлением. (УК-1, УК-2, ПКР-9)
62. Критерии ценности информации и минимума эвристик (УК-1, УК-2, ПКР-9)
63. Критерии качества систем, функционирующих в условиях угрозы их нормальной деятельности (УК-1, УК-2, ПКР-9)
64. Место математического моделирования в процессе познания и моделирования систем (УК-1, УК-2, ПКР-9)
65. Процесс построения математической модели (УК-1, УК-2, ПКР-9)
66. Использование анализа и синтеза в системных исследованиях. Проблема полноты моделей (УК-1, УК-2, ПКР-9)
67. Структурный анализ. Дерево целей (УК-1, УК-2, ПКР-9)
68. Место математического моделирования в процессе познания и моделирования систем. Точные и описательные науки (УК-1, УК-2, ПКР-9)
69. Процесс построения математической модели. Иерархическая структура математических моделей (УК-1, УК-2, ПКР-9)
70. Формальная запись модели как основа математического моделирования (УК-1, УК-2, ПКР-9)
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, ПКР-9)
72. Понятие об имитационном моделировании (УК-1, УК-2, ПКР-9)
73. Моделирование на основе теории катастроф (УК-1, УК-2, ПКР-9)
74. Моделирование систем с помощью орграфов. Виды орграфов (УК-1, УК-2, ПКР-9)
75. Моделирование риска. Понятие риска, виды риска. Управление риском. Основные концептуальные модели (стратегии) (УК-1, УК-2, ПКР-9)

### **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 100 баллов, который складывается из рубежного (50 баллов), промежуточного (50 баллов) и поощрительного рейтинга (10 баллов). Итоговая оценка знаний студентов по дисциплине определяется на

основании перевода итогового рейтинга в 5-ти балльную шкалу с учетом соответствующих критерииов оценки.

Уровни освоения компетенций	Критерии оценивания	Оценочные средства (кол-во баллов)
Продвинутый (75-100 баллов) «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- полное знание учебного материала из разных разделов дисциплины с раскрытием сущности системного анализа и основ моделирования экосистем, основные понятия и методы математического анализа, теорию вероятностей и математической статистики, а также пути и возможности их применения для оценки воздействий абиотических, биотических и антропогенных экологических факторов на организмы, популяции, экосистемы, биосферу;</li> <li>- полное умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа;</li> <li>- полное владение способностью к обобщению и статистической обработке результатов опытов, формулированию выводов.</li> </ul>	Тестовые задания (30-40 баллов); реферат (7-10 баллов); вопросы к зачету (38-50 баллов).
Базовый (50-74 балла) «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знание учебного материала из разных разделов дисциплины с раскрытием сущности системного анализа и основ моделирования экосистем, основные понятия и методы математического анализа, теорию вероятностей и математической статистики, а также пути и возможности их применения для оценки воздействий абиотических, биотических и антропогенных экологических факторов на организмы, популяции, экосистемы, биосферу;</li> <li>- умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа;</li> <li>- владение способностью к обобщению и статистической обработке результатов опытов, формулированию выводов.</li> </ul>	Тестовые задания (30-40 баллов); реферат (7-10 баллов); вопросы к зачету (38-50 баллов).
Пороговый (3-49 баллов) «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- поверхностное знание учебного материала из разных разделов дисциплины с раскрытием сущности системного анализа и основ моделиро-</li> </ul>	Тестовые задания (14-19 баллов); реферат (3-6 баллов); вопросы к зачету

	<p>вания экосистем, основные понятия и методы математического анализа, теорию вероятностей и математической статистики, а также пути и возможности их применения для оценки воздействий абиотических, биотических и антропогенных экологических факторов на организмы, популяции, экосистемы, биосферу;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- поверхностное умение использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа;</li> <li>- поверхностное владение способностью к обобщению и статистической обработке результатов опытов, формулированию выводов.</li> </ul>	(18-24 баллов).
<p>Низкий (допороговый) (компетенция не сформирована) (менее 35 баллов) «не засчитено»</p>	<p>незнание терминологии дисциплины; приблизительное представление о предмете и методах дисциплины; отрывочное, без логической последовательности изложение информации, косвенным образом затрагивающей некоторые аспекты программного материала</p>	<p>Тестовые задания (менее 0-13 баллов); реферат (0-4); вопросы к э зачету (менее 0-17 баллов).</p>

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 (модуля)».

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **7.1. Основная учебная литература**

1. Алиев Т.Г.-Г. Краткий курс лекций / Учебно-методическое пособие по дисциплине «Системный анализ и основы моделирования экосистем», по направлению подготовки 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение» / Т.Г-Г. Алиев/ – Мичуринск, 2025.
2. Сашенкова, С.А. Системный анализ и моделирование экосистем [Электронный ресурс] / Г.В. Ильина, С.А. Сашенкова. – Пенза : РИО ПГАУ, 2018. – 116 с. – Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/673345>

### **7.2. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)**

1. Бобрович, Л.В. УМКД «Системный анализ и основы моделирования экосистем» для обучающихся по направлению подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение / Л.В. Бобрович, Т.Г-Г. Алиев, И.Н. Мацнев, В.В. Шелковников / 2025 г.

### **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-библиотечные 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/>

3. Портал открытых данных Российской Федерации - <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	<a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/366574/?sphrase_id=415165">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/366574/?sphrase_id=415165</a>	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	<a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301631/?sphrase_id=2698444">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301631/?sphrase_id=2698444</a>	Контракт с ООО «Рубикон» от 24.04.2019 № 036410000081 9000012 срок действия: бессрочно
4	Офисный пакет «P7-Офис» (десктопная версия)	АО «P7»	Лицензионное	<a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/306668/?sphrase_id=4435041">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/306668/?sphrase_id=4435041</a>	Контракт с ООО «Софтекс» от 24.10.2023 № 036410000082 3000007 срок действия: бессрочно
5	Операционная система «Альт Образование»	ООО "Базальт свободное программное обеспечение"	Лицензионное	<a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303262/?sphrase_id=4435015">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303262/?sphrase_id=4435015</a>	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» ( <a href="https://docs.antiplagiaus.ru">https://docs.antiplagiaus.ru</a> )	АО «Антиплагиат» (Россия)	Лицензионное	<a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303350/?phrase_id=2698186">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303350/?phrase_id=2698186</a>	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
1.	Облачные технологии	Лекции Самостоятельная работа	УК-1	ИД-1ук-1 ИД-2ук-1
			УК-2	ИД-3ук-2 ИД-4ук-2
2.	Большие данные	Лекции Самостоятельная работа	ПКР-9	ИД-1пк-9

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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

<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 2/18)</p>	<p>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</p>	
<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (учебно-исследовательская лаборатория) (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/203)</p>	<p>1. Жалюзи (инв. № 2101062728); 2. Жалюзи (инв. № 2101062727); 3. Аппарат для встряхивания (инв. № 1101044851); 4. Весы ВЛК-500 (инв. № 1101044853); 5. Весы тарировочные ВЛКТ-2кг (инв. № 1101044856); 6. Встряхиватель лабораторный ЛМ-211 (инв. № 1101044931); 7. pH-метр ЭВ-74 (инв. № 1101044869); 8. Стойка сушильная (инв. № 1101044905, 1101044904); 9. Стол для весов (инв. № 1101044893); 10. Стол лабораторный (инв. № 110104918, 110104880, 110104879, 110104877, 110104875, 110104874, 110104873); 11. Стол лабораторный 800/900 (инв. № 110104933); 12. Стол моечный (инв. № 1101044890, 1101044889);</p>	

	13. Шкаф закрывающийся (инв. № 1101044900, 1101044899, 1101044899); 14. Шкаф вытяжной (инв. № 1101043583); 25. Сушильный шкаф ЛП 33/2 (инв. № 1101043587).	
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (учебно-исследовательская лаборатория) (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/207)	1. Печь муфельная 4К/1100 (инв. № 1101044929); 2. Стойка сушильная (инв. № 1101044907, 1101044906); 3. Стол для весов (инв. № 1101044894); 4. Стол лабораторный (инв. № 1101044919, 1101044887, 1101044886, 1101044885, 1101044884, 1101044883, 1101044882, 1101044881); 5. Стол моечный (инв. № 1101044892, 1101044891); 6. Стол угловой (инв. № 1101044908); 7. Фотоколориметр КФК (инв. № 1101044866); 8. Шкаф закрывающийся (инв. № 1101044897, 1101044896); 9. Шкаф вытяжной ЛФ-312 (инв. № 1101044916); 10. Шкаф стенной (инв. № 1101044914, 1101043588); 11. Шкаф стенной закрыв. (инв. № 1101044902, 1101044901); 12. Шкаф термопр. (инв. № 1101044850).	
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и	1. Компьютер Pentium-4 (инв. № 2101040657) 2. Компьютер С-1100 (инв. № 2101042621) 3. Принтер (№ 2101062001) 4. Сканер HP Scanjet (инв. № 2101060487) 5. Стойка компьютерная (инв. № 2101062655, 2101062654, 2101062653, 2101062651) 6. Компьютер Olivetti (инв.	1. Microsoft Windows XP, 7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно). 2. Microsoft Office 2003, 2010 (лицензия от 04.06.2015 № 65291658, бессрочно). 3. Система Консультант Плюс, договор от 10.03.2017 № 7844/13900/ЭС; Система Консультант Плюс, договор от 20.02.2018 № 9012 /13900/ЭС; Система Консультант Плюс, договор от 01.11.2018 № 9447/13900/ЭС; Система Консультант Плюс, договор от 26.02.2019 № 9662/13900/ЭС.

промежуточной аттестации (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/210)	<p>№ 1101043664)      7. Компьютер Sempron (инв. № 1101041735, 1101041734, 1101041733, 1101041731, 1101041728, 1101041727)      8. Компьютер Cope-2 DUO 1,86 (инв. № 1101041724)      9. Компьютер PCS 272 (инв. № 1101041722)      10. Компьютер PCS 286 (инв. № 1101041721)      11. Компьютер С-600 (инв. № 1101041723)</p>	4. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ», договор от 27.12.2016 № 154-01/17; 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.
Учебная аудитория для самостоятельной работы (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/239б)	<p>1. Доска классная (инв. № 2101063508)      2. Жалюзи (инв. № 2101062717)      3. Жалюзи (инв. № 2101062716)      4. Компьютер Celeron E3500, мат. плата ASUS, опер.память 2048Mb, монитор 19"AOC (инв.№ 2101045283, 2101045284, 2101045285)      5. Компьютер Pentium-4 (инв.№ 2101042569)      6. Моноблок iRU308 21.5 HD i3      3220/4Gb/500gb/GT630M 1Gb/DVDRW/MCR/DOS/WiFi/white/Web/ клавиатура, мышь (инв. № 21013400521, 21013400520)      7. Компьютер Dual Core E 6500 (инв.№ 1101047186)      8. Компьютер торнадо Cope-2 (инв.№ 1101045116, 1101045118, 1101045117)      9. Экран на штативе (инв.№ 1101047182)      Компьютерная техника подключена к сети «Интернет» и обеспечена доступом в ЭИОС университета.</p>	<p>1. Microsoft Windows XP,7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно).      2. Microsoft Office 2003, 2010 (лицензия от 04.06.2015 № 65291658, бессрочно).      3. AutoCAD Design Suite Ultimate (договор от 17.04.2015 № 110000940282);      4. nanoCAD (версия 5.1 локальная, образовательная лицензия, серийный номер NC50B-270716 лицензия действительна бессрочно, бесплатная).      5. Программный комплекс «ACT-Тест Plus» (лицензионный договор от 18.10.2016 № Л-21/16).      6. ГИС MapInfo Professional 15.0 для Windows для учебных заведений (лицензионный договор от 18.12.2015 №123/2015-y)</p>

Рабочая программа дисциплины «Системный анализ и основы моделирования экосистем» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение (уровень бакалавриата), утвержденная Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 700 от 26.06.2017 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: профессор кафедры садоводства, тепличных технологий и биотехнологии, доктор с.-х. наук Ю.В. Гурьянова

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

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодовоощного 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 агроэкологии протокол № 7 от 10 марта 2020 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодовоощного 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 агроэкологии № 8 от 5 апреля 2021 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодовоощного 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 агроэкологии протокол № 11 от 15 июня 2021г

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

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 агроэкологии протокол № 9 от «8» апреля 2022 г.

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

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 агроэкологии 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