

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 мая 2024 г. № 9)

УТВЕРЖДАЮ
Председатель учебно-методического
совета университета
С.В. Соловьёв
«23» мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Системный анализ и основы моделирования экосистем

Направление 05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль) Экология и природопользование

Квалификация бакалавр

Мичуринск, 2024г

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 биосферы (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 проблем экологии и природопользования, 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 экологии и природопользования.

При освоении дисциплины учитываются трудовые функции следующего профессионального стандарта «Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий» (утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21.12.2015 №1046н).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы:

Дисциплина относится к Блоку 1. Дисциплины (модули). Вариантная часть Б.1.В.10. согласно учебному плану по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование направленности (профилю) Экология и природопользование.

Дисциплина (модуль) «Системный анализ и основы моделирования экосистем» объединена междисциплинарными связями с курсами дисциплин блока Б.1 «Математика», «Биология», «Общая экология», «Экология растений», «Основы природопользования», «Биогеография», «Глобальные геоэкологические проблемы», «Ландшафтоведение», «Техногенные системы и экологический риск», «Метеорология и климатология», «Экологическое картографирование», «Сельскохозяйственная экология», «Охрана окружающей среды», которые являются для неё предшествующими; взаимодействует со знаниями, умениями и навыками дисциплин (модулей): «Оценка воздействия на окружающую среду», « Оптимизация и регуляция экосистем», и служит в свою очередь основой для прохождения учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности, производственной практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, производственной преддипломной практики; а также для Государственной итоговой аттестации.

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 «Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий» (утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21.12.2015 №1046н).

Трудовые функции:

1. Оценка риска и осуществление мер профилактики возникновения очагов вредных организмов на поднадзорных территориях с применением природоохранных биотехнологий (код – А/02.6).

Трудовые действия:

- разработка реестра антропогенных и природных факторов экологической опасности, проявляющихся на поднадзорных территориях;
- районирование оцениваемой территории на допустимой антропогенной нагрузке на компоненты окружающей среды;
- проведение лабораторных исследований и экспертиз биологического материала;
- определение структуры антропогенной нагрузки на компоненты окружающей среды;
- определение зон повышенной экологической опасности;
- применение биотехнологических приемов против появления очагов вредных организмов.

2. Составление прогнозных оценок влияния хозяйственной деятельности человека на состояние окружающей среды с применением природоохранных биотехнологий (код – А/04.6).

Трудовые действия:

- оценка степени ущерба и деградации природной среды;
- выявление загрязненных земель в целях их биоконсервации и реабилитации с использованием биотехнологических методов;
- оценка экологической безопасности материалов, веществ, технологий, оборудования, промышленных производств и промышленных объектов;
- разработка моделей развития экологической обстановки при различной антропогенной нагрузке.

Освоение дисциплины (модуля) позволит обучающимся обладать следующими общепрофессиональными и профессиональными компетенциями:

УК-1- Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

ПК-6- Владеет знаниями теоретических основ экологического мониторинга, экологической экспертизы, экологической паспортизации, экологической сертификации, экотоксикологии, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска

ПК-9- Владеет методами экологических исследований, методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации

ПК-10- Способен к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности, готовностью планировать исследования, анализировать, обобщать и осуществлять статистическую обработку их результатов; представлять результаты исследований в виде отчетов, публикаций и презентаций

Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальных компетенций	Критерии оценивания результатов обучения			
		низкий (допороговый, компетенция не сформирована)	пороговый	базовый	продвинутый
УК-1. Способен осуществлять поиск,	ИД-1ук-1 – Анализирует задачу, выделяя ее	Не может анализировать задачу, выделяя ее базовые	Слабо анализирует задачу, выделяя ее	Хорошо анализирует задачу, выделяя ее	Отлично анализирует задачу, выделяя ее

критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи	составляющие, не осуществляет декомпозицию задачи	базовые составляющие, слабо осуществляет декомпозицию задачи	базовые составляющие, хорошо осуществляет декомпозицию задачи	базовые составляющие, отлично осуществляет декомпозицию задачи
	ИД-2 _{УК-1} – Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.	Не может находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи.	Не достаточно четко находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.	Достаточно быстро находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.	Успешно находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.
	ИД-3 _{УК-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-4 _{УК-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-5 _{УК-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.

<p>ПКО-6. Владеет знаниями теоретических основ экологического мониторинга, экологической экспертизы, экологической паспортизации, экологической сертификации, экотоксикологии, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска</p>	<p>ИД-1ПК-6 – Способен владеть знаниями теоретических основ экологического мониторинга, экологической экспертизы, экологической паспортизации, экологической сертификации, экотоксикологии, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска</p>	<p>Не способен владеть знаниями теоретических основ экологического мониторинга, экологической экспертизы, экологической паспортизации, экологической сертификации, экотоксикологии, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска</p>	<p>Слабо способен владеть знаниями теоретических основ экологического мониторинга, экологической экспертизы, экологической паспортизации, экологической сертификации, экотоксикологии, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска</p>	<p>Хорошо способен владеть знаниями теоретических основ экологического мониторинга, экологической экспертизы, экологической паспортизации, экологической сертификации, экотоксикологии, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска</p>	<p>Отлично способен владеть знаниями теоретических основ экологического мониторинга, экологической экспертизы, экологической паспортизации, экологической сертификации, экотоксикологии, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска</p>
<p>ПКО-9 Владеет методами экологических исследований, методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации</p>	<p>ИД-1ПК-8 – Владеет методами экологических исследований, методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации</p>	<p>Не владеет методами экологических исследований, методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации</p>	<p>Слабо владеет методами экологических исследований, методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации</p>	<p>Хорошо владеет методами экологических исследований, методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации</p>	<p>Отлично владеет методами экологических исследований, методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации</p>
<p>ПКР-10 Способен к участию в проведении экспериментальных исследований</p>	<p>ИД-1ПК-10 – Участствует в проведении экспериментальных исследований в профессиональной</p>	<p>Не участвует в проведении экспериментальных исследований в профессиональной</p>	<p>Слабо участвует в проведении экспериментальных исследований в</p>	<p>Хорошо участвует в проведении экспериментальных исследований в</p>	<p>Отлично участвует в проведении экспериментальных исследований в</p>

в профессиональной деятельности, готовностью планировать исследования, анализировать, обобщать и осуществлять статистическую обработку их результатов; представлять результаты исследований в виде отчетов, публикаций и презентаций	ной деятельности, готовностью планировать исследования, анализировать, обобщать и осуществлять статистическую обработку их результатов; представлять результаты исследований в виде отчетов, публикаций и презентаций	деятельности, готовностью планировать исследования, анализировать, обобщать и осуществлять статистическую обработку их результатов; представлять результаты исследований в виде отчетов, публикаций и презентаций	профессиональной деятельности, готовностью планировать исследования, анализировать, обобщать и осуществлять статистическую обработку их результатов; представлять результаты исследований в виде отчетов, публикаций и презентаций	профессиональной деятельности, готовностью планировать исследования, анализировать, обобщать и осуществлять статистическую обработку их результатов; представлять результаты исследований в виде отчетов, публикаций и презентаций	профессиональной деятельности, готовностью планировать исследования, анализировать, обобщать и осуществлять статистическую обработку их результатов; представлять результаты исследований в виде отчетов, публикаций и презентаций
--	---	---	--	--	--

В результате освоения дисциплины (модуля), обучающийся должен знать:

- основные фундаментальные разделы математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом экологических наук, обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию;

- 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 математико-статистические методы обработки экспериментальных данных, методы системного анализа и моделирования в экологии;

- использовать методы обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методами сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду;

владеть:

- навыками обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной геоэкологической информации; обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации; проведения системного анализа и моделирования экосистем.

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

Темы, разделы дисциплины	Компетенции				Общее количество компетенций
	УК-1	ПК-6	ПК-9	ПК-10	

Раздел 1. Понятие о системах.	+	+	+	+	4
Тема 1.1. Понятие о системах. Современное состояние системных исследований.	+	+	+	+	4
Тема 1.2. Системный подход в экологии и природопользовании.	+	+	+	+	4
Раздел 2. Модели и моделирование.	+	+	+	+	4
Тема 2.1. Модели и моделирование: физическое, математическое, аналоговое, цифровое, имитационное моделирование.	+	+	+	+	4
Тема 2.2. Роль моделей и моделирования в экологии и природопользовании.	+	+	+	+	4
Раздел 3. Моделирование экосистем.	+	+	+	+	4
Тема 3.1. Моделирование экосистем с двумя взаимодействующими видами	+	+	+	+	4
Раздел 4. Модели взаимодействия общества и природы.	+	+	+	+	4
Тема 4.1. Методы оптимизации экосистем. Моделирование продуктивности экосистем.	+	+	+	+	4
Тема 4.2. Моделирование адаптивной деятельности человека в экосистемах.	+	+	+	+	4
Раздел 5. Моделирование анализа риска.	+	+	+	+	4
Тема 5.1. Экологический риск – понятие, анализ и оценка.	+	+	+	+	4

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетн. единиц -180 акад. часов.

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Виды занятий	Количество акад. часов	
	по очной форме обучения 8 семестр	по заочной форме обучения 5 курс
Общая трудоемкость дисциплины	180	180
Контактная работа обучающихся с преподавателем	56	18
Аудиторные занятия, из них	56	18
Лекции	28	8

Практические занятия	28	10
Самостоятельная работа	97	81
проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	24	21
подготовка к практическим занятиям	24	20
выполнение индивидуальных заданий	24	20
подготовка к сдаче модуля , экзамена	25	20
Контроль	27	9
Вид итогового контроля	экзамен	экзамен

4.2. Лекции

Раздел дисциплины (модуля), темы лекций и их содержание	Объем в акад. часах		Формируемые компетенции
	очная форма обучения	заочная форма обучения	
Раздел 1. Понятие о системах.	4	1	
Тема 1.1. Понятие о системах. Современное состояние системных исследований.	2	0,5	УК-1,ПК-6, ПК-9, ПК-10
Тема 1.2.Системный подход в экологии и природопользовании.	2	0,5	УК-1,ПК-6, ПК-9, ПК-10
Раздел 2. Модели и моделирование.	4	2	
Тема 2.1. Модели и моделирование: физическое, математическое, аналоговое, цифровое, имитационное моделирование.	2	1	УК-1,ПК-6, ПК-9, ПК-10
Тема 2.2.Роль моделей и моделирования в экологии и природопользовании.	2	1	УК-1,ПК-6, ПК-9, ПК-10
Раздел 3. Моделирование экосистем.	4	1	
Тема 3.1. Моделирование экосистем с двумя взаимодействующими видами	4	1	УК-1,ПК-6, ПК-9, ПК-10
Раздел 4. Модели взаимодействия общества и природы.	8	3	
Тема 4.1. Методы оптимизации экосистем. Моделирование продуктивности экосистем.	8	2	УК-1,ПК-6, ПК-9, ПК-10
Тема 4.2.Моделирование адаптивной деятельности человека в экосистемах.	4	1	УК-1,ПК-6, ПК-9, ПК-10
Раздел 5. Моделирование анализа риска.	4	1	
Тема 5.1. Экологический риск – понятие, анализ и оценка.	4	1	УК-1,ПК-6, ПК-9, ПК-10
Итого:	28	8	

4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены учебным планом.

4.4. Практические занятия

№ раздела	Наименование занятия	Объем в акад. часах		Формируемые компетенции
		очная форма обучения	заочная форма обучения	
1	Математические статистические методы в системных экологических исследованиях: - вариационный анализ; - корреляционный анализ; - регрессионный анализ; - дисперсионный анализ; - критерии оценки полученных данных и достоверности различий; интерпретация полученных результатов	2 2 2 2 2	2 - - - -	УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
2	Моделирование взаимодействия общества и природы	4	2	УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
2	Климатическое моделирование	2	2	УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
2	Моделирование продуктивности экосистем	4	2	УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
2	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, ПК-6, ПК-9, ПК-10
	Итого:	28	10	

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.	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	5	4
	Подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, защите реферата	4	4
	Выполнение индивидуальных заданий	4	4
	Подготовка к модульному тестированию (выполнение тренировочных тестов), сдаче экзамена	5	4

Раздел 2. Модели и моделирование.	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	4	4
	Подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, защите реферата	5	4
	Выполнение индивидуальных заданий	4	4
	Подготовка к модульному тестированию (выполнение тренировочных тестов), сдаче экзамена	5	4
Раздел 3. Моделирование экосистем.	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	4	4
	Подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, защите реферата	5	4
	Выполнение индивидуальных заданий	4	4
	Подготовка к модульному тестированию (выполнение тренировочных тестов), сдаче экзамена	5	4
Раздел 4. Модели взаимодействия общества и природы.	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	4	4
	Подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, защите реферата	5	4
	Выполнение индивидуальных заданий	5	4
	Подготовка к модульному тестированию (выполнение тренировочных тестов), сдаче экзамена	7	4
Раздел 5. Моделирование анализа риска.	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	4	4
	Подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, защите реферата	7	4
	Выполнение индивидуальных заданий	4	4
	Подготовка к модульному тестированию (выполнение тренировочных тестов), сдаче экзамена	7	5
Итого:		97	81

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

1.Алиев Т.Г.-Г. Методические указания по дисциплине «Системный анализ и моделирование экосистем» для самостоятельной работы обучающихся направления подготовки 03.05.06 Экология и природопользование. - Мичуринск, 2024.

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.

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 природопользовании.

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 природопользовании. 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 экосистем.

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 количественной 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 адаптивной деятельности человека в экосистемах.

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. Сферы 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.

5. Образовательные технологии

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

Вид учебной работы	Образовательные технологии
Лекции	интерактивная форма - презентации с использованием мультимедийных средств с последующим обсуждением материалов
Практические занятия	традиционная форма – выполнение 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, 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 моделирование экосистем».

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю) «Системный анализ и моделирование экосистем»

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции	Оценочное средство	
			наименование	кол-во
1	Раздел 1. Понятие о системах.	УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10	Темы рефератов Тестовые задания	5 25
2	Раздел 2. Модели и моделирование.	УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10	Темы рефератов Тестовые задания	5 25
3	Раздел 3. Моделирование экосистем.	УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10	Темы рефератов Тестовые задания	5 25
4	Раздел 4. Модели взаимодействия общества и природы.	УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10	Темы рефератов Тестовые задания	5 25
5	Раздел 5. Моделирование анализа риска.	УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10	Темы рефератов Тестовые задания	5 25
6	Промежуточная аттестация		Вопросы для экзамена	75

6.2. Перечень вопросов для экзамена

1. Системы и системный подход в экологии УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
2. Современное состояние системных исследований в экологии УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
3. Понятие модели и моделирования. Классификация моделей УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
4. Математические модели. Средства построения моделей УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
5. Моделирование экосистем с двумя взаимодействующими видами УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
6. Моделирование динамики популяций УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
7. Модели систем "хищник-жертва" и "паразит-хозяин" УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
8. Модель конкурентных отношений в экосистемах УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
9. Модель экологической ниши УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
10. Модель взаимодействия общества и природы УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
11. Энергетический уровень биосферы и коэффициент устойчивости биосферы УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
12. Модель мозаичной структуры биогеоценозов в биосфере УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
13. Основные принципы обеспечения устойчивости биосферы и ее образований. Устойчивое развитие человечества УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
14. Моделирование агрофитоценозов с учетом биоклиматического потенциала УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
15. Моделирование продуктивности в агрофитоценозах с учетом гидротермического показателя УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10

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

52. Понятие расплывчатости. Расплывчатые множества. Функция принадлежности УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
53. Использование анализа и синтеза в системных исследованиях. Декомпозиция и агрегирование УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
54. Формальная и содержательная модели как основания декомпозиции. Проблема полноты моделей УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
55. Эмерджентность как результат агрегирования и проявление внутренней целостности систем УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
56. Понятие конфигуратора системы. Примеры конфигураторов УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
57. Системы с управлением. Основные типы. Задачи систем с управлением УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
58. Аксиомы теории управления УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
59. Энтропия управляемой системы. Пределы управления УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
60. Принцип необходимого разнообразия Эшби УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
61. Качество управления. Частные показатели эффективности системы с управлением. УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
62. Критерии ценности информации и минимума эвристик УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
63. Критерии качества систем, функционирующих в условиях угрозы их нормальной деятельности УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
64. Место математического моделирования в процессе познания и моделирования систем УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
65. Процесс построения математической модели УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
66. Использование анализа и синтеза в системных исследованиях. Проблема полноты моделей УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
67. Структурный анализ. Дерево целей УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
68. Место математического моделирования в процессе познания и моделирования систем. Точные и описательные науки УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
69. Процесс построения математической модели. Иерархическая структура математических моделей УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
70. Формальная запись модели как основа математического моделирования УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
71. Общие свойства моделей как отражение свойств системы и подхода к исследованию, классификация моделей по общим свойствам на основе формальной записи УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
72. Понятие об имитационном моделировании УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
73. Моделирование на основе теории катастроф УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10 УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10
75. Моделирование риска. Понятие риска, виды риска. Управление риском. Основные концептуальные модели (стратегии) УК-1, ПК-6, ПК-9, ПК-10

6.3. Шкала оценочных средств

При функционировании модульно-рейтинговой системы обучения, знания, умения и навыки, приобретаемые в процессе изучения дисциплины, оцениваются в рейтинговых баллах. Учебная дисциплина имеет итоговый рейтинг 100 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 оценки.

Уровни освоения компетенций	Критерии оценивания	Оценочные средства (кол-во баллов)
Продвинутый	- отлично знает основные	Тестовые задания

<p>(75 -100 баллов) «отлично»</p>	<p>фундаментальные разделы математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом экологических наук, обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию; 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> <p>- отлично умеет использовать математико-статистические методы обработки экспериментальных данных, методы системного анализа и моделирования в экологии; методы обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методы сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методы оценки воздействия на окружающую среду;</p> <p>- отлично владеет навыками обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной геоэкологической информации, обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации; проведения системного анализа и моделирования экосистем.</p>	<p>(36-40 баллов);</p> <p>реферат (8-10 баллов);</p> <p>вопросы к экзамену (31-50 баллов).</p>
<p>Базовый (50 -74 балла) – «хорошо»</p>	<p>- хорошо знает основные фундаментальные разделы математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом экологических наук, обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию; основные понятия и методы математического анализа, теорию вероятностей и математической статистики, а также пути и возможности их применения для оценки воздействий</p>	<p>Тестовые задания (24-35 баллов);</p> <p>реферат (5-9 баллов);</p> <p>вопросы к экзамену (21-30 баллов).</p>

	<p>абиотических, биотических и антропогенных экологических факторов на организмы, популяции, экосистемы, биосферу;</p> <p>- хорошо умеет использовать математико-статистические методы обработки экспериментальных данных, методы системного анализа и моделирования в экологии; методы обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методы сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методы оценки воздействия на окружающую среду;</p> <p>- хорошо владеет навыками обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной геоэкологической информации, обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации; проведения системного анализа и моделирования экосистем.</p>	
<p>Пороговый (35 - 49 баллов) – «удовлетворительно»</p>	<p>- слабо знает основные фундаментальные разделы математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом экологических наук, обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию; 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> <p>- частично умеет использовать математико-статистические методы обработки экспериментальных данных, методы системного анализа и моделирования в экологии; методы обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической</p>	<p>Тестовые задания (15-24 баллов);</p> <p>реферат (5 баллов);</p> <p>вопросы к экзамену (15 - 20 баллов).</p>

	<p>информации, методы сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методы оценки воздействия на окружающую среду;</p> <p>- владеет отдельными навыками обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной геоэкологической информации, обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации; проведения системного анализа и моделирования экосистем.</p>	
<p>Низкий (допороговый) (компетенция не сформирована) (менее 35 баллов) – «неудовлетворительно»</p>	<p>- не знает основные фундаментальные разделы математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом экологических наук, обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию; 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> <p>- не умеет использовать математико-статистические методы обработки экспериментальных данных, методы системного анализа и моделирования в экологии; методы обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методы сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методы оценки воздействия на окружающую среду;</p> <p>- не владеет навыками обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной геоэкологической информации, обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации; проведения системного анализа и</p>	<p>Тестовые задания (менее 15 баллов);</p> <p>вопросы к экзамену (менее 15 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.. УМКД «Системный анализ и основы моделирования экосистем» для обучающихся по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование/ Т.Г.-Г. Алиев/ - Мичуринск, 2024.
2. Киселева, Н.Г. Системный анализ и моделирование экосистем [Электронный ресурс] / Н.Г. Киселева. — Электрон. дан. — Йошкар-Ола : ПГТУ, 2008. — 128 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/39594>. — Загл. с экрана.
3. Острошенко, В. В. Системный анализ и моделирование экосистем [Электронный ресурс] / Л. Ю. Острошенко, В. В. Острошенко .— Уссурийск : РИО Приморской ГСХА, 2012 .— 167 с. : ил. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/223934>
4. Рахимова, Н.Н. Управление рисками, системный анализ и моделирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Оренбургский гос. ун- т, Н.Н. Рахимова .— Оренбург : ОГУ, 2016 .— 191 с. : ил.
5. 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

- 1.Алиев Т.Г.-Г. Методические рекомендации для самостоятельной работы по дисциплине «Системный анализ и моделирование экосистем» для бакалавров 05.03.06 Экология и природопользование – Мичуринск, 2024.

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 № 05-УТ/2024)
3. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукопт»: 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 01.08.2018 № 101/НЭБ/4712)
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 плоскочечатного 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 11.03.2024 № 11921 /13900/ЭС)
2. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ» (договор на услуги по сопровождению от 15.01.2024 № 194-01/2024)

7.3.3. Современные профессиональные базы данных

1. База данных нормативно-правовых актов информационно-образовательной программы «Росметод» (договор от 15.08.2023 № 542/2023)
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	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/366574/?sphrase_id=415165	Сублицензионный договор с ООО «Софттекс» от 24.10.2023 № б/н, срок действия: с 22.11.2023 по 22.11.2024
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 № 0364100000819000012 срок действия: бессрочно
4	Офисный пакет «Р7-Офис» (десктопная версия)	АО «Р7»	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/306668/?sphrase_id=4435041	Контракт с ООО «Софттекс» от 24.10.2023 № 0364100000823000007 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 «Софттекс» от 24.10.2023 № 0364100000823000007 срок действия: бессрочно
6	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат ВУЗ» (https://docs.antiplagiat.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 16.05.2025
7	Acrobat Reader - просмотр документов PDF, DjVU	Adobe Systems	Свободно распространяемое	-	-
8	Foxit Reader - просмотр документов PDF, DjVU	Foxit Corporation	Свободно распространяемое	-	-

№	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 «Софттекс» от 24.10.2023 № б/н, срок действия: с 22.11.2023 по 22.11.2024
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 № 0364100000819000012 срок действия: бессрочно
4	Офисный пакет «Р7-Офис» (десктопная версия)	АО «Р7»	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/306668/?sphrase_id=4435041	Контракт с ООО «Софттекс» от 24.10.2023 № 0364100000823000007 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 «Софттекс» от 24.10.2023 № 0364100000823000007 срок действия: бессрочно
6	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат ВУЗ» (https://docs.antiplagiat.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 16.05.2025
7	Acrobat Reader	Adobe Systems	Свободно	-	-

	- просмотр документов PDF, DjVU		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/>
2. . www.mcx.ru/ Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.
3. www.economy.gov.ru Официальный сайт Министерства экономического развития Российской Федерации.
4. . www.nlr.ru – Российская национальная библиотека.
5. . www.nns.ru – Национальная электронная библиотека.
6. . www.rsl.ru – Российская государственная библиотека....

7.3.6. Цифровые инструменты, применяемые в образовательном процессе

1. LMS-платформа Moodle
2. Виртуальная доска Миро: miro.com
3. Виртуальная доска SBoard <https://sboard.online>
4. Виртуальная доска Padlet: <https://ru.padlet.com>
5. Облачные сервисы: Яндекс.Диск, Облако Mail.ru
6. Сервисы опросов: Яндекс Формы, MyQuiz
7. Сервисы видеосвязи: Яндекс телемост, Webinar.ru
8. 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 моделирование экосистем»

	Цифровые технологии	Виды учебной работы, выполняемые с применением цифровой технологии	Формируемые компетенции	ИДК
1.	Облачные технологии	Лекции Самостоятельная работа	УК-1	ИД-1 _{УК-1}
2.	Большие данные	Лекции Самостоятельная работа	ПК-6 ПК-9	ИД-1 _{ПК-1} ИД-1 _{ПК-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	1. Весы RV 512	1. Microsoft Windows XP
---------	----------------	-------------------------

<p>аудитория для проведения практических занятий (комплексная научно-испытательная лаборатория сельскохозяйстве нной и пищевой продукции) (г. Мичуринск, ул. Интернациональ ая, дом № 101, 2/12)</p>	<p>электронные (инв. № 1101043510); 2. Встряхиватель лабораторный (инв. № 1101043521); 3. Дистилляторы (инв. № 1101043526, 1101043527); 4. Дистиллятор ДЭ-10 (инв. № 2101045083); 5. Инфракрасный анализатор в комплекте с принадлежностямиQA-262 «Инфрапид-61» (инв. № 2101043526); 6. Компьютер 486SX (инв. № 2101041854); 7. Компьютер С-650 (инв. № 2101042561); 8. Мельница ГНУ-1 зерновая (инв. № 2101041857); 9. МФУ HP LaserJet M1132 (инв. № 2101065561); 10. Нитратомер (инв. № 1101043520); 11. Плитка муфельная МИМП-0,1601 (инв. № 1101043529); 12. Пульт управления для «Минотавра-2» (инв. № 1101064128); 13. Рефрактометр ИРФ-454 Б2М (инв. № 1101043528); 14. рН-метр ЭВ-74 (инв. № 1101043516); 15. Сахариметр СУ-4 (инв. № 2101041851); 16. Система микроволновая «Минотавр-2» (инв. № 1101047486); 17. Системный комплект Intel Pentium G480 OEM, мат. плата ASUS, монитор 19” Samsung (инв. № 2101045384); 18. Столы лабораторные (инв. № 1101043227, 1101043228, 1101043229, 1101043230); 19. Термостат ТС-1/80 (инв. № 1101043517); 20. Фотоколориметр КФК-3</p>	<p>(лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно). 2. Microsoft Office 2003 (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. Справочная правовая система КонсультантПлюс (договор поставки, адаптации и сопровождения экземпляров систем КонсультантПлюс от 11.03.2024 № 11921 /13900/ЭС) 2. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ» (договор на услуги по сопровождению от 15.01.2024 № 194-01/2024) 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. 5. Project Expert 7 (договор от 18.12.2012 № 0354/1П-06). 6. Audit Expert 4 Professional (договор от 18.12.2012 № 0354/1П-06). 7. Statistica Base 6 (договор от 12.01.2012 № 6/12/А) 8. Statistica Ultimate, контракт от 25.04.2016 №0364100000816000014, бессрочно; Statistica Ultimate, контракт от 05.05.2017 №0364100000817000006; Statistica Ultimate, контракт от 07.05.2018 №0364100000818000014).</p>
--	--	--

	<p>(инв. № 1101043530); 21. Фотометр пламен. (инв. № 2101041853); 22. Центрифуга (инв. № 1101041859); 23. Шкафы вытяжные (инв. № 1101041835, 1101041858, 1101041860); 24. Шкаф сушильный ШСО-80 (инв. № 1101043504).</p>	
<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/7)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аквадистиллятор ДЭ-10М (инв. № 21013400867) 2. Весы электронные (инв. № 2101041902) 3. МультиЦентрифуга СМ - 6М.01 (инв. № 2101065545, 2101065573) 4. Фотометр пламенный авт.ФПА-2.01 5. Экотест 120 (инв. № 2101043002) 6. Баня водяная LOIP-212 (инв. № 11010472250) 7. Баня песочная LOIP (инв. № 110104722709). 8. Весы AKULAB ATL 220d4-1 аналитические (инв. № 1101047228) 9. Весы AKULAB VIC 3 100 DI 20 (инв. № 110104721) 10. Кондуктометр Анион 4120 (инв. № 1101047226) 11. Магнитная мешалка MMS -3000 штативом (инв. № 1101047222, 1101047221, 1101047220, 1101047219, 1101047218) 12. Нагревательная ИК-платформа 460*360*180 (инв. № 1101047214) 13. Перемешивающее устройство Loip LS 120 (инв. № 1101047223, 1101047215) 14. Печь муфельная СНОЛ 10/11 В с устройством вытяжки (инв. № 1101047212) 15. рН метр Ионметр-001 стац. (инв. № 1101047224) 	

	<p>16. Стол лабораторный (инв. № 1101043565, 1101043563, 1101043562, 1101043561, 1101043560)</p> <p>17. Стол лабораторный с мойкой (инв. № 110103564)</p> <p>18. Термостат ТС -1/80 СПУ (инв. № 1101047213)</p> <p>19. Фотометр КФК-3 КМ (инв. № 1101047229)</p> <p>20. Шкаф ЛМФ (инв. № 1101044085)</p> <p>21. Шкаф ЛМФ730-3 (инв. № 1101044085)</p> <p>22. Шкаф огнестойкий (инв. № 1101043576, 1101043575)</p> <p>23. Шкаф стенной (инв. № 1101043582, 1101043581, 1101043580, 1101043579)</p> <p>24. Шкаф стенной закрытый (инв. № 1101043585, 1101043584)</p> <p>25. Шкаф сушильный ШС 80-01 (200С) (инв № 1101047211, 1101047217)</p>	
<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/201)</p>	<p>1. Доска классная, стол адиторный, стул, шкаф</p>	
<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (учебно-исследовательская лаборатория) (г.</p>	<p>1. Жалюзи (инв. № 2101062728);</p> <p>2. Жалюзи (инв. № 2101062727);</p> <p>3. Аппарат для встряхивания (инв. № 1101044851);</p> <p>4. Весы ВЛК-500 (инв. №</p>	

<p>Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/203)</p>	<p>1101044853); 5. Весы тарировочные ВЛКТ-2кг (инв. № 1101044856); 6. Встряхиватель лабораторный ЛМ-211 (инв. № 1101044931); 7. рН-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); 13. Шкаф закрывающийся (инв. № 1101044900, 1101044899, 1101044899); 14. Шкаф вытяжной (инв. № 1101043583); 25. Сушильный шкаф ЛП 33/2 (инв. № 1101043587).</p>	
<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (учебно-исследовательская лаборатория) (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/207)</p>	<p>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,</p>	

	<p>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).</p>	
<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>	<p>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. № 1101043664) 7. Компьютер Sempron (инв. № 1101041735, 1101041734, 1101041733, 1101041731, 1101041728, 1101041727) 8. Компьютер Core-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>	<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. 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. 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.</p>
<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего</p>	<p>1. Стол СУ168 (инв. № 21013600294) 2. Компьютер "NL" в комплектации G1610/H61M/4Gb/500Gb/450W, клавиатура Gembird KB-8300UM-BL-R, мышь Gembird, монитор BenQ 21.5 G2250 (инв. № 41013401656, 41013401655, 41013401654, 41013401653, 41013401652, 41013401651, 41013401650, 41013401649, 41013401648, 41013401647,</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 «АСТ-Тест Plus» (лицензионный договор от 18.10.2016 № Л-21/16).</p>

<p>контроля и промежуточной аттестации (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/239а)</p>	<p>41013401646, 41013401645, 41013401644, 41013401643, 41013401642) 3. Мультимедийный проектор NEC M230X (инв. № 41013401578) Компьютерная техника подключена к сети «Интернет» и обеспечена доступом в ЭИОС университета.</p>	<p>6. ГИС MapInfo Professional 15.0 для Windows для учебных заведений (лицензионный договор от 18.12.2015 №123/2015-у)</p>
<p>Учебная аудитория для самостоятельной работы (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/239б)</p>	<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" АОС (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/Wi Fi/white/Web/ клавиатура, мышь (инв. № 21013400521, 21013400520) 7. Компьютер Dual Core E 6500 (инв.№ 1101047186) 8. Компьютер торнадо Core-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 «АСТ-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-у)</p>
<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового</p>	<p>1. Компьютер C2.67 (инв. № 2101043508, 2101043507, 21011043506, 21011043505, 2101043504, 21011043503) 2. Стол компьютерный (инв. № 1101061644)</p>	<p>1. Microsoft Windows 7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно). 2. Microsoft Office 2010 (лицензия от 04.06.2015 № 65291658, бессрочно).</p>

<p>проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/241)</p>	<p>3. Жалюзи (инв. № 211062722, 211062721)</p>	
<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/307)</p>	<p>1. Комплект лаборатория "Пчелка-хим." (инв. № 2101040652) 2. Комплект лаборатория "Пчелка-хим." (инв. № 2101040651) 3. Комплект практических по экологии (инв. № 2101040653) 4. Микроскоп (инв. № 2101060483, 2101060484)</p>	

Рабочая программа дисциплины «Системный анализ и моделирование экосистем» составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 11.08 2016 г. №998(в ред. Приказа Минобрнауки России от 13.07.2017 № 653).

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

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 Плодоовощного 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 Плодоовощного 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 рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовощного 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 Плодоовощного 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 № 9 от 4 апреля 2022 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовощного 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 агроэкологии протокол № 11 от «5» июня 2023 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии института фундаментальных и прикладных агробiotехнологий 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 агробiotехнологий 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.

Оригинал документа хранится на кафедре агрохимии, почвоведения и агроэкологии