


федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Мичуринский государственный аграрный университет»

Кафедра агрохимии, почвоведения и агроэкологии

УТВЕРЖДЕНА
решением учебно-методического совета
университета
(протокол от 22 июня 2023г. № 10)

УТВЕРЖДАЮ
Председатель учебно-методического
совета университета


С.В. Соловьев
«22» июня 2023 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, 2023г

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:

ОПК-1 – владением базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом экологических наук, обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию

ПК-2 – владением методами отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду, выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия

ПК-21 – владением методами геохимических и геофизических исследований, общего и геоэкологического картографирования, обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной геоэкологической информации, методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации.

Планируемые результаты обучения (показатели освоения компетенции)	Критерии оценивания результатов обучения			
	Низкий (допороговый) компетенция не сформирована	Пороговый	Базовый	Продвинутый
<u>ОПК-1</u>				
<u>Знать:</u> основные	Не знает основные	Слабо знает основные	Хорошо знает основные	Отлично знает основные

<p>понятия и закономерности фундаментальных разделов математики; основные математические методы анализа информации в области экологии и природопользования</p>	<p>понятия и закономерности фундаментальных разделов математики; основные математические методы анализа информации в области экологии и природопользования</p>	<p>понятия и закономерности фундаментальных разделов математики; основные математические методы анализа информации в области экологии и природопользования</p>	<p>понятия и закономерности фундаментальных разделов математики; основные математические методы анализа информации в области экологии и природопользования</p>	<p>понятия и закономерности фундаментальных разделов математики; основные математические методы анализа информации в области экологии и природопользования</p>
<p><u>Уметь:</u> решать типовые математические задачи; проводить обработку информации и анализ данных по экологии и природопользованию; решать стандартные профессиональные задачи</p>	<p>Не умеет решать типовые математические задачи; проводить обработку информации и анализ данных по экологии и природопользованию; решать стандартные профессиональные задачи</p>	<p>Слабо умеет решать типовые математические задачи; проводить обработку информации и анализ данных по экологии и природопользованию; решать стандартные профессиональные задачи</p>	<p>Хорошо умеет решать типовые математические задачи; проводить обработку информации и анализ данных по экологии и природопользованию; решать стандартные профессиональные задачи</p>	<p>Отлично умеет решать типовые математические задачи; проводить обработку информации и анализ данных по экологии и природопользованию; решать стандартные профессиональные задачи</p>
<p><u>Владеть:</u> математическим аппаратом экологических наук, методами обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию для создания отчетно-технической документации, для решения исследовательских задач в области профессиональной деятельности</p>	<p>Не владеет математическим аппаратом экологических наук, методами обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию для создания отчетно-технической документации, для решения исследовательских задач в области профессиональной деятельности</p>	<p>Слабо владеет математическим аппаратом экологических наук, методами обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию для создания отчетно-технической документации, для решения исследовательских задач в области</p>	<p>Хорошо владеет математическим аппаратом экологических наук, методами обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию для создания отчетно-технической документации, для решения исследовательских задач в области профессиональной деятельности</p>	<p>Отлично владеет математическим аппаратом экологических наук, методами обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию для создания отчетно-технической документации, для решения исследовательских задач в области профессиональной деятельности</p>

		профессиональ ной деятельности		ой деятельности
<u>ПК-2</u>				
<u>Знать:</u> методологическ ие основы анализа и синтеза производственн ой, полевой и лабораторной экологической информации; сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды	Не знает методологическ ие основы анализа и синтеза производственн ой, полевой и лабораторной экологической информации; сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды	Слабо знает методологичес кие основы анализа и синтеза производствен ной, полевой и лабораторной экологической информации; сбора, обработки, систематизаци и, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды	Хорошо знает методологически е основы анализа и синтеза производственно й, полевой и лабораторной экологической информации; сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды	Отлично знаетметодологи ческие основы анализа и синтеза производственн ой, полевой и лабораторной экологической информации; сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды
<u>Уметь:</u> выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия	Не умеет выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия	Слабо умеет выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия	Хорошо умеет выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия	Отлично умеет выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия
<u>Владеть:</u> методами отбора проб и проведения химико- аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза производственн	Не владеет методами отбора проб и проведения химико- аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза производственн	Слабо владеет методами отбора проб и проведения химико- аналитическог о анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза производствен	Хорошо владеет методами отбора проб и проведения химико- аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза производственно й, полевой и	Отлично владеет методами отбора проб и проведения химико- аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза производственн

ой, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду	ой, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду	ной, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду	лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду	ой, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду
<u>ПК-21</u>				
<u>Знать:</u> теоретические основы и понятийный аппарат проведения геохимических, геофизических исследований, общего и геоэкологического картографирования, обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической и геоэкологической информации	Не знает теоретические основы и понятийный аппарат проведения геохимических, геофизических исследований, общего и геоэкологического картографирования, обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической и геоэкологической информации	Слабо знает теоретические основы и понятийный аппарат проведения геохимических, геофизических исследований, общего и геоэкологического картографирования, обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической и геоэкологической информации	Хорошо знает теоретические основы и понятийный аппарат проведения геохимических, геофизических исследований, общего и геоэкологического картографирования, обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической и геоэкологической информации	Отлично знает теоретические основы и понятийный аппарат проведения геохимических, геофизических исследований, общего и геоэкологического картографирования, обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической и геоэкологической информации
<u>Уметь:</u> использовать	Не умеет использовать	Слабо умеет использовать	Хорошо умеет использовать	Отлично умеет использовать

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 общепрофессиональных и профессиональных компетенций

Темы, разделы дисциплины	Компетенции			Общее количество компетенций
	ОПК-1	ПК-2	ПК-21	
Раздел 1. Понятие о системах.	+	+	+	3
Тема 1.1. Понятие о системах. Современное состояние системных исследований.	+	+	+	3
Тема 1.2. Системный подход в экологии и природопользовании.	+	+	+	3
Раздел 2. Модели и моделирование.	+	+	+	3
Тема 2.1. Модели и моделирование: физическое, математическое, аналоговое, цифровое, имитационное моделирование.	+	+	+	3
Тема 2.2. Роль моделей и моделирования в экологии и природопользовании.	+	+	+	3
Раздел 3. Моделирование экосистем.	+	+	+	3
Тема 3.1. Моделирование экосистем с двумя взаимодействующими видами	+	+	+	3
Раздел 4. Модели взаимодействия	+	+	+	3

общества и природы.				
Тема 4.1. Методы оптимизации экосистем. Моделирование продуктивности экосистем.	+	+	+	3
Тема 4.2. Моделирование адаптивной деятельности человека в экосистемах.	+	+	+	3
Раздел 5. Моделирование анализа риска.	+	+	+	3
Тема 5.1. Экологический риск – понятие, анализ и оценка.	+	+	+	3

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы -108 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	108	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем	48	18
Аудиторные занятия, из них	48	18
Лекции	24	8
Практические занятия	24	10
Самостоятельная работа	33	81
проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	14	21
подготовка к практическим занятиям	8	20
выполнение индивидуальных заданий	6	20
подготовка к сдаче модуля, экзамена	5	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	ОПК-1, ПК-2, ПК-21
Тема 1.1. Понятие о системах. Современное состояние системных исследований.	2	0,5	ОПК-1, ПК-2, ПК-21

Тема 1.2. Системный подход в экологии и природопользовании.	2	0,5	ОПК-1, ПК-2, ПК-21
Раздел 2. Модели и моделирование.	4	2	ОПК-1, ПК-2, ПК-21
Тема 2.1. Модели и моделирование: физическое, математическое, аналоговое, цифровое, имитационное моделирование.	2	1	ОПК-1, ПК-2, ПК-21
Тема 2.2. Роль моделей и моделирования в экологии и природопользовании.	2	1	ОПК-1, ПК-2, ПК-21
Раздел 3. Моделирование экосистем.	4	1	ОПК-1, ПК-2, ПК-21
Тема 3.1. Моделирование экосистем с двумя взаимодействующими видами	4	1	ОПК-1, ПК-2, ПК-21
Раздел 4. Модели взаимодействия общества и природы.	8	3	ОПК-1, ПК-2, ПК-21
Тема 4.1. Методы оптимизации экосистем. Моделирование продуктивности экосистем.	4	2	ОПК-1, ПК-2, ПК-21
Тема 4.2. Моделирование адаптивной деятельности человека в экосистемах.	4	1	ОПК-1, ПК-2, ПК-21
Раздел 5. Моделирование анализа риска.	4	1	ОПК-1, ПК-2, ПК-21
Тема 5.1. Экологический риск – понятие, анализ и оценка.	4	1	ОПК-1, ПК-2, ПК-21
Итого:	24	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 - - - -	ОПК-1, ПК-2, ПК-21
2	Моделирование взаимодействия общества и природы	4	2	ОПК-1, ПК-2, ПК-21
2	Климатическое моделирование	2	2	ОПК-1, ПК-2, ПК-21
2	Моделирование продуктивности экосистем	4	2	ОПК-1, ПК-2,

				ПК-21
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.	2	2	ОПК-1, ПК-2, ПК-21
		2	-	
		2	-	
	Итого:	24	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)	2	4
	Подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, защите реферата	2	4
	Выполнение индивидуальных заданий	1	4
	Подготовка к модульному тестированию (выполнение тренировочных тестов), сдаче экзамена	1	4
Раздел 2. Модели и моделирование.	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	2	4
	Подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, защите реферата	2	4
	Выполнение индивидуальных заданий	1	4
	Подготовка к модульному тестированию (выполнение тренировочных тестов), сдаче экзамена	1	4
Раздел 3. Моделирование экосистем.	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	2	4
	Подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, защите реферата	2	4
	Выполнение индивидуальных заданий	1	4
	Подготовка к модульному тестированию (выполнение тренировочных тестов), сдаче экзамена	1	4

Раздел 4. Модели взаимодействия общества и природы.	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	2	4
	Подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, защите реферата	2	4
	Выполнение индивидуальных заданий	1	4
	Подготовка к модульному тестированию (выполнение тренировочных тестов), сдаче экзамена	1	4
Раздел 5. Моделирование анализа риска.	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	3	4
	Подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, защите реферата	2	4
	Выполнение индивидуальных заданий	2	4
	Подготовка к модульному тестированию (выполнение тренировочных тестов), сдаче экзамена	2	5
Итого:		33	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, 2023.

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.

Природоёмкость 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, контролирующее 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.	ОПК-1, ПК-2, ПК-21	Темы рефератов Тестовые задания	5 25
2	Раздел 2. Модели и моделирование.	ОПК-1, ПК-2, ПК-21	Темы рефератов Тестовые задания	5 25
3	Раздел 3. Моделирование экосистем.	ОПК-1, ПК-2, ПК-21	Темы рефератов Тестовые задания	5 25
4	Раздел 4. Модели взаимодействия общества и природы.	ОПК-1, ПК-2, ПК-21	Темы рефератов Тестовые задания	5 25

5	Раздел 5. Моделирование анализа риска.	ОПК-1, ПК-2, ПК-21	Темы рефератов Тестовые задания	5 25
6	Промежуточная аттестация	ОПК-1, ПК-2, ПК-21	Вопросы для экзамена	75

6.2. Перечень вопросов для экзамена

1. Системы и системный подход в экологии (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
2. Современное состояние системных исследований в экологии (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
3. Понятие модели и моделирования. Классификация моделей (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
4. Математические модели. Средства построения моделей (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
5. Моделирование экосистем с двумя взаимодействующими видами (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
6. Моделирование динамики популяций (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
7. Модели систем "хищник-жертва" и "паразит-хозяин" (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
8. Модель конкурентных отношений в экосистемах (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
9. Модель экологической ниши (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
10. Модель взаимодействия общества и природы (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
11. Энергетический уровень биосферы и коэффициент устойчивости биосферы (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
12. Модель мозаичной структуры биогеоценозов в биосфере (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
13. Основные принципы обеспечения устойчивости биосферы и ее образований. Устойчивое развитие человечества (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
14. Моделирование агрофитоценозов с учетом биоклиматического потенциала (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
15. Моделирование продуктивности в агрофитоценозах с учетом гидротермического показателя (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
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 (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
53. Использование анализа и синтеза в системных исследованиях. Декомпозиция и агрегирование (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
54. Формальная и содержательная модели как основания декомпозиции. Проблема полноты моделей (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
55. Эмерджентность как результат агрегирования и проявление внутренней целостности систем (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
56. Понятие конфигуратора системы. Примеры конфигураторов (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
57. Системы с управлением. Основные типы. Задачи систем с управлением (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
58. Аксиомы теории управления (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
59. Энтропия управляемой системы. Пределы управления (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
60. Принцип необходимого разнообразия Эшби (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
61. Качество управления. Частные показатели эффективности системы с управлением. (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
62. Критерии ценности информации и минимума эвристик (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
63. Критерии качества систем, функционирующих в условиях угрозы их нормальной деятельности (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
64. Место математического моделирования в процессе познания и моделирования систем (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)

65. Процесс построения математической модели (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
66. Использование анализа и синтеза в системных исследованиях. Проблема полноты моделей (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
67. Структурный анализ. Дерево целей (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
68. Место математического моделирования в процессе познания и моделирования систем. Точные и описательные науки (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
69. Процесс построения математической модели. Иерархическая структура математических моделей (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
70. Формальная запись модели как основа математического моделирования (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
71. Общие свойства моделей как отражение свойств системы и подхода к исследованию, классификация моделей по общим свойствам на основе формальной записи (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
72. Понятие об имитационном моделировании (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
73. Моделирование на основе теории катастроф (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
74. Моделирование систем с помощью орграфов. Виды орграфов (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)
75. Моделирование риска. Понятие риска, виды риска. Управление риском. Основные концептуальные модели (стратегии) (ОПК-1, ПК-2, ПК-21)

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 (75 -100 баллов) «отлично»	- отлично 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; - отлично умеет использовать математико-статистические методы обработки экспериментальных данных, методы системного анализа и моделирования в экологии; методы	Тестовые задания (36-40 баллов); реферат (8-10 баллов); вопросы к экзамену (31-50 баллов).

	<p>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>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 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</p>	<p>Тестовые задания (24-35 баллов);</p> <p>реферат (5-9 баллов);</p> <p>вопросы к экзамену (21-30 баллов).</p>

	геоэкологической информации, обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации; проведения системного анализа и моделирования экосистем.	
Пороговый (35 - 49 баллов) – «удовлетворительно»	<ul style="list-style-type: none"> - 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; - 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 информации, методы сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методы оценки воздействия на окружающую среду; - 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>Тестовые задания (15-24 баллов);</p> <p>реферат (5 баллов);</p> <p>вопросы к экзамену (15 - 20 баллов).</p>
Низкий (допороговый) (компетенция не сформирована) (менее 35 баллов) – «неудовлетворительный»	<ul style="list-style-type: none"> - не знает основные фундаментальные разделы математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом экологических наук, обработки информации и анализа 	<p>Тестовые задания (менее 15 баллов);</p> <p>вопросы к экзамену (менее 15 баллов).</p>

НО»	<p>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 моделирования экосистем.</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, 2023.

7.2. Дополнительная учебная литература

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>

7.3. 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, 2023.

7.4. 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.

7.4.1 Электронно-библиотечная системы и базы данных

1. ООО «ЭБС ЛАНЬ» (<https://e.lanbook.ru/>) (договор на оказание услуг от 10.03.2020 № ЭБ СУ 437/20/25 (Сетевая электронная библиотека)
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<https://e.lanbook.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к электронным изданиям ООО «Издательство Лань» от 03.04.2023 № 1)
3. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<https://e.lanbook.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к электронным изданиям ООО «Издательство Лань» от 06.04.2023 № 2)
4. 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 07.04.2023 № б/н)
5. Электронно-библиотечная система «AgriLib» ФГБОУ ВО РГАЗУ (<http://ebs.rgazu.ru/>) (дополнительное соглашение на предоставление доступа от 13.04.2023 № б/н к Лицензионному договору от 04.07.2013 № 27)
6. 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 04.04.2023 № 2702/бп22)

7. ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (<https://urait.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к образовательной платформе ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» от 06.04.2023 № 6)

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

9. 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)

10. 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)

7.4.2. Информационные справочные системы

1. Справочная правовая система КонсультантПлюс (договор поставки и сопровождения экземпляров систем КонсультантПлюс от 03.02.2023 № 11481 /13900/ЭС)

2. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ» (договор на услуги по сопровождению от 22.12.2022 № 194-01/2023)

7.4.3. Современные профессиональные базы данных

1. База данных нормативно-правовых актов информационно-образовательной программы «Росметод» (договор от 11.07.2022 № 530/2022)

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>

7.4.4. 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	MicrosoftWindows, OfficeProfessional	MicrosoftCorporation	Лицензионное	-	Лицензия от 04.06.2015 № 65291651 срок действия: бессрочно
2	Антивирусное программное обеспечение KasperskyEndpointSecurity для бизнеса	АО «Лаборатория Касперского» (Россия)	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/366574/?sphrase_id=415165	Сублицензионный договор с ООО «Софттекс» от 06.07.2022 № б/н, срок действия: с 22.11.2022 по 22.11.2023

3	МойОфисСтандартный - 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	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат ВУЗ» (https://docs.antiplagiatus.ru)	АО «Антиплагиат» (Россия)	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303350/?sphrase_id=2698186	Лицензионный договор с АО «Антиплагиат» от 17.04.2023 № 6627, срок действия: с 17.04.2023 по 16.04.2024
5	AcrobatReader - просмотр документов PDF, DjVU	AdobeSystems	Свободно распространяемое	-	-
6	FoxitReader - просмотр документов PDF, DjVU	FoxitCorporation	Свободно распространяемое	-	-

7.4.5. 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....

7.4.6. 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>

7.4.7. Цифровые технологии, применяемые при изучении дисциплины

№	Цифровые технологии	Виды учебной работы, выполняемые с применением	Формируемые компетенции
---	---------------------	--	-------------------------

		цифровой технологии	
1.	Облачные технологии	Лекции Самостоятельная работа	ОПК-1, ПК-2, ПК-21
2.	Большие данные	Лекции Самостоятельная работа	ОПК-1, ПК-2, ПК-21

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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

<p>Учебная аудитория для проведения практических занятий (комплексная научно-испытательная лаборатория сельскохозяйстве нной и пищевой продукции) (г. Мичуринск, ул. Интернациональн ая, дом № 101, 2/12)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Весы RV 512 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 C-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. pH-метр ЭВ-74 (инв. № 1101043516); 15. Сахариметр СУ-4 (инв. № 2101041851); 16. Система микроволновая «Минотавр-2» (инв. № 1101047486); 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Microsoft Windows XP (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. 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>17. Системный комплект Intel Pentium G480 OEM, мат. плата ASUS, монитор 19" Samsung (инв. № 2101045384);</p> <p>18. Столы лабораторные (инв. № 1101043227, 1101043228, 1101043229, 1101043230);</p> <p>19. Термостат ТС-1/80 (инв. № 1101043517);</p> <p>20. Фотоколориметр КФК-3 (инв. № 1101043530);</p> <p>21. Фотометр пламен. (инв. № 2101041853);</p> <p>22. Центрифуга (инв. № 1101041859);</p> <p>23. Шкафы вытяжные (инв. № 1101041835, 1101041858, 1101041860);</p> <p>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>	<p>1. Аквадистилятор ДЭ-10М (инв. № 21013400867)</p> <p>2. Весы электронные (инв. № 2101041902)</p> <p>3. МультиЦентрифуга СМ - 6М.01 (инв. № 2101065545, 2101065573)</p> <p>4. Фотометр пламенный авт. ФПА-2.01</p> <p>5. Экотест 120 (инв. № 2101043002)</p> <p>6. Баня водяная LOIP-212 (инв. № 11010472250)</p> <p>7. Баня песочная LOIP (инв. № 110104722709).</p> <p>8. Весы AKULAB ATL 220d4-1 аналитические (инв. № 1101047228)</p> <p>9. Весы AKULAB VIC 3 100 DI 20 (инв. № 110104721)</p> <p>10. Кондуктометр Анион 4120 (инв. № 1101047226)</p> <p>11. Магнитная мешалка MMS -3000 штативом (инв. № 1101047222, 1101047221, 1101047220, 1101047219, 1101047218)</p> <p>12. Нагревательная ИК-</p>	

	<p>платформа 460*360*180 (инв. № 1101047214)</p> <p>13. Перемешивающее устройство Loip LS 120 (инв. № 1101047223, 1101047215)</p> <p>14. Печь муфельная СНОЛ 10/11 В с устройством вытяжки (инв. № 1101047212)</p> <p>15. рН метр Ионometr-001 стац. (инв. № 1101047224)</p> <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.</p>	<p>1. Доска классная, стол адиторный, стул, шкаф</p>	

Интернациональн ая, дом № 101, 3/201)		
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (учебно-исследовательская лаборатория) (г. Мичуринск, ул. Интернациональн ая, дом № 101, 3/203)	<ol style="list-style-type: none"> 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. 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). 	
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (учебно-исследовательская лаборатория)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Печь муфельная 4К/1100 (инв. № 1101044929); 2. Стойка сушильная (инв. № 1101044907, 1101044906); 3. Стол для весов (инв. № 1101044894); 4. Стол лабораторный (инв. 	

<p>(г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/207)</p>	<p>№ 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).</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</p>	<p>1. Стол СУ168 (инв. № 21013600294)</p>	<p>1. Microsoft Windows XP, 7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно).</p>

<p>проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/239а)</p>	<p>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, 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>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 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" 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 Core-2 (инв.№ 1101045116, 1101045118, 1101045117) 9. Экран на штативе (инв.№ 1101047182)</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>

	Компьютерная техника подключена к сети «Интернет» и обеспечена доступом в ЭИОС университета.	
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/241)	1. Компьютер С2.67 (инв. № 2101043508, 2101043507, 21011043506, 21011043505, 2101043504, 21011043503) 2. Стол компьютерный (инв. № 1101061644) 3. Жалюзи (инв. № 211062722, 211062721)	1. Microsoft Windows 7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно). 2. Microsoft Office 2010 (лицензия от 04.06.2015 № 65291658, бессрочно).
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/307)	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)	

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 №1 от 23 августа 2016г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовощного института им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ протокол №1 от 14 сентября 2016 г.

Программа утверждена решением учебно-методического совета университета протокол № 1 от 23 сентября 2016 г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО

Программа рассмотрена на заседании кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии протокол № 9 от 29 марта 2017 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовощного института им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ протокол №9 от 18 апреля 2017 г.

Программа утверждена решением учебно-методического совета университета протокол № 8 от 20 апреля 2017 г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО

Программа рассмотрена на заседании кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии протокол № 6 от 9 апреля 2018 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовощного института им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ протокол №9 от 16 апреля 2018 г.

Программа утверждена решением учебно-методического совета университета протокол № 10 от 26 апреля 2018 г.

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО

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 «05» июня 2023 г.

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

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета (протокол № 10 от 22 июня 2023 г.).