

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Кудрявцев М.Г. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего

образования Министерства сельского хозяйства Российской Федерации

Дата подписания: «26» марта 2026 г. «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НАРОДНОГО

Уникальный программный ключ: ХОЗЯЙСТВА ИМЕНИ В.И. ВЕРНАДСКОГО»

790a1a8df2525774421adc1fc96453f0e902bfb0

(Университет Вернадского)

Факультет **Информационного и технического сервиса**  
Кафедра Технологического развития систем жизнеобеспечения сельских  
территорий

Принято Ученым советом  
Университета Вернадского  
«26» марта 2026 г. протокол № 8



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ**

Направление подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование

Профиль «водоснабжение и водоотведение»

Форма обучения заочная, очно – заочная, очная

Квалификация бакалавр

Настоящая рабочая программа разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки: 20.03.02 «Природообустройство и водопользование»

Составил: доцент кафедры Технологического развития систем жизнеобеспечения сельских территорий

Заикина И.В.

Рецензент: проф. кафедры Технологического развития систем жизнеобеспечения сельских территорий

Тетдоев В.В.

# 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в ОПОП ВО компетенциями

## 1.1. Перечень компетенций, формируемых учебной дисциплиной

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций Планируемые результаты обучения
<b>Профессиональная компетенция</b>	
ПК-2. Способен организовать работы по внедрению прогрессивной техники и технологии обеспечивающих сокращение затрат труда, энергетических затрат, улучшению использования технологического и вспомогательного оборудования, производственных площадей, повышению качества питьевой воды	<b>Знать:</b> направления развития отечественной и зарубежной науки и техники по внедрению прогрессивной технологии обеспечивающих сокращение затрат труда, энергетических затрат, улучшению использования технологического и вспомогательного оборудования <b>Уметь:</b> Оптимизировать режимы работы станции водоподготовки с целью доведения качества очистки воды до нормативных требований с минимальными затратами материальных средств и энергоресурсов, а также контролировать их соблюдение со стороны персонала станции <b>Владеть:</b> знаниями для контроля условий и режимов работы технологического и вспомогательного оборудования, влияющих на технологию и качество водоподготовки

## 2. Цели и задачи освоения учебной дисциплины, место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование водных экосистем» относится к вариативной части основной профессиональной образовательной программы высшего образования Б1.О.36

**Цель дисциплины:** изучение структуры и функционирования экологической системы и роли в ней различных популяций (видов) с целью оценки возможности прогнозирования развития экосистемы и динамики составляющих ее элементов, а также решать задачи управления ими, и развитие практических навыков для принятия обоснованных, целесообразных управленческих решений. Компьютерное моделирование становится сегодня обязательным этапом в принятии ответственных решений во всех областях деятельности человека в связи с усложнением систем, в которых человек должен действовать и которыми он должен управлять. Поэтому основу данного курса составляют различные методы исследования и анализа систем.

Выпускник, освоивший программу дисциплины, в соответствии с видами профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа бакалавриата, должен быть готов решать следующие профессиональные

### задачи:

- проведение изысканий для формирования базы данных при проектировании объектов природообустройства и водопользования, оценке их состояния при инженерно-экологической экспертизе и мониторинге влияния на окружающую среду;
- проектирование объектов природообустройства, водопользования и обводнения;
- мелиоративных и рекультивационных систем, систем сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения и водоотведения, водохозяйственных систем, природоохранных комплексов, систем комплексного обустройства водосборов; участие в разработке инновационных проектов реконструкции объектов природообустройства и водопользования.

### 3.1 Заочная форма обучения

Вид учебной работы	4 курс
Общая трудоемкость дисциплины, зачетных единиц	5
<b>часов</b>	216
<b>Аудиторная (контактная) работа, часов</b>	<b>20</b>
в т.ч. занятия лекционного типа	8
занятия семинарского типа	12
<b>Самостоятельная работа обучающихся, часов</b>	<b>186,7</b>
<b>Контроль</b>	0,3
Промежуточная аттестация	<b>экзамен</b>

### 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Перечень разделов дисциплины с указанием трудоемкости аудиторной (контактной) и самостоятельной работы, видов контролей и перечня компетенций

Заочная форма обучения

Наименование разделов и тем	Трудоемкость, часов			Наименование оценочного средства	Код компетенции
	всего	в том числе			
		аудиторной (контактной) работы	самостоятельной работы		
<b>Раздел 1. Основные системные понятия, системный анализ и системный подход в экологии</b>	<b>36</b>	<b>2</b>	<b>34</b>	Реферат	ПК-2
1.1. Основные понятия и место экологии в биологических науках. Системный подход в экологии	18	1	17		
1.2. Методология системного анализа. Основные системные понятия	18	1	17		
<b>Раздел 2. Моделирование, прогнозирование и принятие решений в экологических системах</b>	<b>36</b>	<b>2</b>	<b>34</b>	Устный ответ на вопрос	ПК-2
2.1. Моделирование и анализ экологических систем. Системное прогнозирование	18	1	17		
2.2. Методы исследования популяций и экосистем, стохастические и многомерные модели	18	1	17		

<b>Раздел 3. Введение в имитационное моделирование</b>	<b>36</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	Практическое задание.	ПК-2
3.1. Имитационное моделирование в России и за рубежом	18	3	15		
3.2 Принятие эффективных управленческих решений с применением современных технологий имитационного моделирования. Содержание деятельности системного аналитика.	18	3	15		
<b>Раздел 4. Практические основы применения имитационного моделирования</b>	<b>36</b>	<b>2</b>	<b>34</b>	Реферат	ПК-2
4.1. Сущность метода имитационного моделирования Имитационная модель: представление структуры и динамики моделируемой системы	18	1	17		
4.2. Технология и основные этапы имитационного моделирования	18	1	17		
<b>Раздел 5. Программное обеспечение в имитационном моделировании</b>	<b>36</b>	<b>2</b>	<b>34</b>	Устный ответ на вопрос	ПК-2
5.1. Программный продукт AnyLogic	18	1	17		
5.2. Среда разработки моделей в AnyLogic.	18	1	17		
<b>Раздел 6. Методы имитационного моделирования</b>	<b>36</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	Практическое задание.	ПК-2
6.1. Дискретно – событийное моделирование	12	2	10		
6.2. Агентное моделирование	12	2	10		
6.3 Системная динамика	12	2	10		
Итого за семестр	216	20	186,7		ПК-2
Промежуточная аттестация	9,3	0,3	9	Тест	
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>216</b>	<b>20,3</b>	<b>186,7</b>		

## **4.2 Содержание дисциплины по разделам**

### **Раздел 1. Основные системные понятия, системный анализ и системный подход в экологии**

Целью освоения раздела является изучение структуры и функционирования экологической системы и роли в ней различных популяций (видов) с целью оценки возможности прогнозирования развития экосистемы и динамики составляющих ее элементов, а также решать задачи управления ими, и развитие практических навыков для принятия обоснованных, целесообразных управленческих решений.

Задачи- проведение изысканий для формирования базы данных при проектировании объектов природообустройства и водопользования, оценке их состояния при инженерно-экологической экспертизе и мониторинге влияния на окружающую среду

#### **Перечень учебных элементов раздела:**

##### **1.1. Основные понятия и место экологии в биологических науках. Системный подход в экологии**

Системный подход в экологии. Системный подход к решению проблем, в том числе и экологических. Этапы системного подхода. Предпосылки возникновения системного анализа. Системный анализ и системный подход. Математическое моделирование как основной инструмент исследования операций, системного анализа. Взаимосвязь основных этапов системного анализа. Этапы системного анализа. Цель многоэтапного системного анализа.

##### **1.2 Методология системного анализа. Основные системные понятия**

Использование системного анализа в экологии. Схема, в которой экспериментирование является составной частью процесса моделирования системы. Понятие система. Функциональная среда системы. Элемент системы. Компонент системы. Структура системы. Наиболее яркий пример сложной системы. Свойство множественности системного (модельного) описания объекта. Системное рассмотрение мироздания. Схема системного исследования проблемы.

### **Раздел 2. Моделирование, прогнозирование и принятие решений в экологических системах**

Целью освоения раздела является изучение структуры и функционирования экологической системы и роли в ней различных популяций (видов) с целью оценки возможности прогнозирования развития экосистемы и динамики составляющих ее элементов, а также решать задачи управления ими, и развитие практических навыков для принятия обоснованных, целесообразных управленческих решений.

Задачи: проведение изысканий для формирования базы данных при проектировании объектов природообустройства и водопользования, оценке их состояния при инженерно-экологической экспертизе и мониторинге влияния на окружающую среду;

проектирование объектов природообустройства, водопользования и обводнения:

мелиоративных и рекультивационных систем, систем сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения и водоотведения, водохозяйственных систем, природоохранных комплексов, систем комплексного обустройства водосборов; участие в разработке инновационных проектов реконструкции объектов природообустройства и водопользования.

#### **Перечень учебных элементов раздела:**

##### **2.1. Моделирование и анализ экологических систем. Системное прогнозирование**

Системный подход к решению проблем природопользования. Схема этапов моделирования. Статические модели. Динамические модели. Физико-статистические модели. Классические свойства сложных систем.

Метод эксперимента. Метод моделирования биологических явлений. Экологические факторы. Среда обитания. Условия существования, или условия жизни.

## **2.2. Методы исследования популяций и экосистем, стохастические и многомерные модели**

Многомерные модели. Области их применения. Хранилища данных. Системы оперативной аналитической обработки.

Оптимальная альтернатива. Сравнение вариантов решения. Понятие оптимальности. Оптимизационный подход. Анализируемая система. Локальная оптимизация. Количественный критерий. Анализ решения на чувствительность.

## **Раздел 3. Введение в имитационное моделирование**

Целью освоения раздела является изучение структуры и функционирования экологической системы и роли в ней различных популяций (видов) с целью оценки возможности прогнозирования развития экосистемы и динамики составляющих ее элементов, а также решать задачи управления ими, и развитие практических навыков для принятия обоснованных, целесообразных управленческих решений.

Задачи: проведение изысканий для формирования базы данных при проектировании объектов природообустройства и водопользования, оценке их состояния при инженерно-экологической экспертизе и мониторинге влияния на окружающую среду;

проектирование объектов природообустройства, водопользования и обводнения:

мелиоративных и рекультивационных систем, систем сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения и водоотведения, водохозяйственных систем, природоохранных комплексов, систем комплексного обустройства водосборов; участие в разработке инновационных проектов реконструкции объектов природообустройства и водопользования.

### **Перечень учебных элементов раздела:**

#### **3.1. Имитационное моделирование в России и за рубежом**

Моделирование. Этапы моделирования. Имитационное моделирование. Система общецелевого назначения GPSS World. Отечественная система моделирования AnyLogic. Компьютерное моделирование. Математическое моделирование. Структура спроса по областям применения. Имитационная модель. Типичные сценарии использования имитационных моделей. Роль оптимизатора. База данных. Методы имитационного моделирования. Структура продаж XJ Technologies. Препятствия роста практического применения ИМ в России.

#### **3.2 Принятие эффективных управленческих решений с применением современных технологий имитационного моделирования. Содержание деятельности системного аналитика.**

Сущность понятия модель и моделирование. Назначение имитационного моделирования и его место в системах поддержки принятия решений (СППР). История развития СППР. Классификация СППР и его структура. Взаимодействие компонентов СППР.

Содержание работы системного аналитика. Основы практической работы системного аналитика при использовании имитационного моделирования. Использование системного подхода в экологии. Этапы системного анализа (выбор проблемы, постановка задачи и ограничение её сложности, установление иерархии целей и задач, выбор путей решения,

моделирование, оценки возможных стратегий, внедрение результатов). Применение системного анализа в экологии.

#### **Раздел 4. Практические основы применения имитационного моделирования**

Целью освоения раздела является изучение структуры и функционирования экологической системы и роли в ней различных популяций (видов) с целью оценки возможности прогнозирования развития экосистемы и динамики составляющих ее элементов, а также решать задачи управления ими, и развитие практических навыков для принятия обоснованных, целесообразных управленческих решений.

Задачи: проведение изысканий для формирования базы данных при проектировании объектов природообустройства и водопользования, оценке их состояния при инженерно-экологической экспертизе и мониторинге влияния на окружающую среду;

проектирование объектов природообустройства, водопользования и обводнения:

мелиоративных и рекультивационных систем, систем сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения и водоотведения, водохозяйственных систем, природоохранных комплексов, систем комплексного обустройства водосборов; участие в разработке инновационных проектов реконструкции объектов природообустройства и водопользования.

#### **Перечень учебных элементов раздела:**

##### **4.1. Сущность метода имитационного моделирования Имитационная модель: представление структуры и динамики моделируемой системы**

Метод имитационного моделирования. Реальная система. Имитационная (машинная) модель. Логико-математическая модель. Концептуальная модель. Технология моделирования.

Система. Уровень сложности систем. Простейшие системы. Сложные системы. Свойства системы. Внутрисистемные связи. Системные исследования. Основные свойства сложных систем. Основные признаки системы. Положительные обратные связи. Отрицательные обратные связи. Колебательные режимы. Централизованные системы. Разделение сложной системы.

##### **4.2. Технология и основные этапы имитационного моделирования**

Аналитическое моделирование. Динамика взаимодействия элементов. Статическое описание системы. Динамическое описание системы. Системное моделирование

Технология имитационного моделирования. Вычислительный эксперимент.

Этапы моделирования. Декомпозиция системы. Композиция. Абстракция. Критерии эффективности. Языки моделирования

#### **Раздел 5. Программное обеспечение в имитационном моделировании**

Целью освоения раздела является изучение структуры и функционирования экологической системы и роли в ней различных популяций (видов) с целью оценки возможности прогнозирования развития экосистемы и динамики составляющих ее элементов, а также решать задачи управления ими, и развитие практических навыков для принятия обоснованных, целесообразных управленческих решений.

Задачи: проведение изысканий для формирования базы данных при проектировании объектов природообустройства и водопользования, оценке их состояния при инженерно-экологической экспертизе и мониторинге влияния на окружающую среду;

проектирование объектов природообустройства, водопользования и обводнения:

## Перечень учебных элементов раздела:

### 5.1. Программный продукт AnyLogic

Система AnyLogic. Инструментальная система AnyLogic. Активный объект в AnyLogic. Графическая среда. Элементы визуальной графики. Агентные модели. Дискретно-событийные модели. Системная динамика. Динамические системы. Объектно-ориентированный подход. Адекватность модели. Анимация.

### 5.2. Среда разработки моделей в AnyLogic.

Параметры модели. Активные объекты. Графически классы. Интерфейсы взаимодействия. Структуру активного объекта. Поведение активного объекта. Средства визуальной разработки. Язык Java. Переменные. События.

Диаграммы состояний. Модельное время. Режим виртуального времени. Режим реального времени. Динамическая анимация. Интерактивная анимация. Слайдеры. Окно анимации. Простой эксперимент. Элементы структуры. Диаграмма состояний. Графический образ. Окно свойств. Окно палитры. Параметры. Переменные. Передача сообщений. Порты. Стохастическое моделирование. Случайная величина. Чувствительность модели. Эксперимент для варьирования параметров. Оптимизационный эксперимент.

## Раздел 6. Методы имитационного моделирования

### 6.1. Дискретно – событийное моделирование

Дискретно – событийное моделирование в программах для имитационного моделирования

### 6.2. Агентное моделирование

Агентное моделирование как способ имитационного моделирования. Соотношение способов моделирования между собой.

Различные уровни абстракции для моделей различной сложности. Использование различных подходов в имитационном моделировании.

## 5. Оценочные материалы по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине представлены в виде фонда оценочных средств. Приложение к рабочей программе.

## 6. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 6.1 Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания, количество страниц, режим доступа
1.	Методические указания по изучению дисциплины

### 6.2 Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины \*

Электронные учебные издания в электронно-библиотечных системах (ЭБС):

№ п/п	Автор, название, место издания, год издания, количество страниц	Ссылка на учебное издание в ЭБС
Основная:		

1	Системный анализ и моделирование экосистем: учебное пособие /С.А. Сашенкова, Г.В. Ильина.- Пенза: РИО ПГАУ, 2018.- 114с.	<a href="http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node 5081">http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node 5081</a>
Дополнительная		
1	Математическое моделирование процессов в компонентах природы: учебное пособие / ВФ. Комогорцев.- Брянск: Брянский ГАУ, 2018.- 131с.-	<a href="http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node 5017">http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node 5017</a>
2	Численные методы решения экономических задач: Учебное пособие / АЮ. Юдинцев, ГН. Трошкина.- Барнаул: Алтайский Государственный Университет, 2012.- 155с.	<a href="http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node 2343">http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node 2343</a>

### **6.3 Перечень электронных образовательных ресурсов \***

№ п/п	Электронный образовательный ресурс	Доступ в ЭОР (сеть Интернет, локальная сеть, авторизованный/свободный доступ)
1	Российская национальная библиотека [Электронный ресурс]	<a href="http://nlr.ru/lawcenter_rnb">http://nlr.ru/lawcenter_rnb</a>
2	Рос Кодекс. Кодексы и Законы РФ [Электронный ресурс]	<a href="http://www.roskodeks.ru/">http://www.roskodeks.ru/</a>
3	Всероссийская гражданская сеть	<a href="http://www.vestnikcivitas.ru/">http://www.vestnikcivitas.ru/</a>

### **6.4 Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы и лицензионное программное обеспечение**

#### **Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы, цифровые электронные библиотеки и другие электронные образовательные ресурсы**

1. Договор о подключении к Национальной электронной библиотеке и предоставлении доступа к объектам Национальной электронной библиотеки №101/НЭБ/0502-п от 26.02.2020 5 лет с пролонгацией

2. Соглашение о бесплатном тестовом доступе к Polpred.com. Обзор СМИ 27.04.2016 бессрочно

3. Соглашение о бесплатном тестовом доступе к Polpred.com. Обзор СМИ 02.03.2020 бессрочно

4. Информационно-справочная система «Гарант» – URL: <https://www.garant.ru/>  
Информационно-справочная система Лицензионный договор № 261709/ОП-2 от 25.06.2021

5. «Консультант Плюс». – URL: <http://www.consultant.ru/> свободный доступ

6. Электронно-библиотечная система AgriLib <http://ebs.rgazu.ru/> (свидетельство о государственной регистрации базы данных №2014620472 от 21.03.2014).

#### **Доступ к электронной информационно-образовательной среде, информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Система дистанционного обучения Moodle [www.portfolio.rgazu.ru](http://www.portfolio.rgazu.ru) (свободно распространяемое)

2. Право использования программ для ЭВМ Mirapolis HCM в составе функциональных блоков и модулей: Виртуальная комната. Стандартная лицензия до 1000 пользователей на 1 месяц (Лицензионный договор № 77/03/22 – К от 25 апреля 2022)

3. Инновационная система тестирования – программное обеспечение на платформе 1С (Договор № К/06/03 от 13.06.2017)

4. Образовательный интернет – портал Российского государственного аграрного заочного университета (свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС77-51402 от 19.10.2012).

#### **Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение**

1. OpenOffice – свободный пакет офисных приложений (свободно распространяемое)
2. linuxmint.com <https://linuxmint.com/> (свободно распространяемое)
3. Электронно-библиотечная система AgriLib <http://ebs.rgazu.ru/> (свидетельство о государственной регистрации базы данных №2014620472 от 21.03.2014)
4. Официальная страница ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет» <https://vk.com/rgazuru> (свободно распространяемое)
5. Портал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный заочный университет» (свободно распространяемое) <https://zen.yandex.ru/id/5fd0b44cc8ed19418871dc31>
6. Антивирусное программное обеспечение Dr. WEB Desktop Security Suite (Сублицензионный договор №13740 на передачу неисключительных прав на программы для ЭВМ от 01.07.2021).

### **6.5 Перечень учебных аудиторий, оборудования и технических средств обучения\*\***

<b>Предназначение помещения (аудитории)</b>	<b>Наименование корпуса, № помещения (аудитории)</b>	<b>Перечень оборудования (в т.ч. виртуальные аналоги) и технических средств обучения*</b>
Для занятий лекционного типа	Учебный корпус Каб. 201 Учебная аудитория для проведения учебных занятий (поточная)	Специализированная мебель, экран настенный, проектор
Для занятий семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), групповых консультаций, индивидуальной работы, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации	Учебная аудитория для проведения учебных занятий (поточная)	Специализированная мебель, экран настенный, проектор
Для самостоятельной работы	Учебно-административный корпус. Помещение для самостоятельной работы. Читальный зал библиотеки:	Персональные компьютеры. Выход в интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду университета
	Учебно-административный корпус. Каб. 105. Учебная аудитория для учебных занятий обучающихся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ.	Специализированная мебель. Автоматизированное рабочее место для инвалидов-колясочников с коррекционной техникой и индукционной системой ЭлСис 290; Автоматизированное рабочее место для слабовидящих и незрячих

		<p>пользователей со стационарным видеоувеличителем ЭлСис 29 ON; Автоматизированное рабочее место для слабовидящих и незрячих пользователей с портативным видеоувеличителем ЭлСис 207 CF; Автоматизированное рабочее место для слабовидящих и незрячих пользователей с читающей машиной ЭлСис 207 CN; Аппаратный комплекс с функцией видеоувеличения и чтения для слабовидящих и незрячих пользователей ЭлСис 207 OS.</p>
--	--	--

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ МИНИСТЕРСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НАРОДНОГО  
ХОЗЯЙСТВА ИМЕНИ В.И. ВЕРНАДСКОГО»**  
(Университет Вернадского)

Факультет **Информационного и технического сервиса**

Кафедра **Технологического развития систем жизнеобеспечения  
сельских территорий**

**Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной  
аттестации обучающихся по дисциплине  
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ**

Направление подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование

Профиль «водоснабжение и водоотведение»

Форма обучения заочная

Квалификация – бакалавр

Курс 4

Балашиха 2026г.

**1. Описание показателей и критериев оценивания планируемых результатов обучения по учебной дисциплине**

Компетенций	Уровень освоения*	Планируемые результаты обучения	Наименование оценочного средства
<p>ПК-2. Способен организовать работы по внедрению прогрессивной техники и технологии обеспечивающих сокращение затрат труда, энергетических затрат, улучшению использования технологического и вспомогательного оборудования, производственных площадей, повышению качества питьевой воды</p>	<p><b>Пороговый (удовлетворительно)</b></p>	<p><b>Знать:</b> направления развития отечественной и зарубежной науки и техники по внедрению прогрессивной технологии обеспечивающих сокращение затрат труда, энергетических затрат, улучшению использования технологического и вспомогательного оборудования</p> <p><b>Уметь:</b> Оптимизировать режимы работы станции водоподготовки с целью доведения качества очистки воды до нормативных требований с минимальными затратами материальных средств и энергоресурсов, а также контролировать их соблюдение со стороны персонала станции</p> <p><b>Владеть:</b> знаниями для контроля условий и режимов работы технологического и вспомогательного оборудования, влияющих на технологию и качество водоподготовки</p>	<p>Реферат, устный ответ на вопрос практическое задание, итоговое тестирование</p>
	<p><b>Продвинутый (хорошо)</b></p>	<p><b>Знает твердо:</b> направления развития отечественной и зарубежной науки и техники по внедрению прогрессивной технологии обеспечивающих сокращение затрат труда, энергетических затрат, улучшению использования технологического и вспомогательного оборудования</p> <p><b>Умеет уверенно:</b> Оптимизировать режимы работы станции</p>	

		<p>водоподготовки с целью доведения качества очистки воды до нормативных требований с минимальными затратами материальных средств и энергоресурсов, а также контролировать их соблюдение со стороны персонала станции</p> <p><b>Владеет уверенно:</b> знаниями для контроля условий и режимов работы технологического и вспомогательного оборудования, влияющих на технологию и качество водоподготовки</p>	
	<p><b>Высокий (отлично)</b></p>	<p><b>Имеет сформировавшееся систематические знания:</b> направления развития отечественной и зарубежной науки и техники по внедрению прогрессивной технологии обеспечивающих сокращение затрат труда, энергетических затрат, улучшению использования технологического и вспомогательного оборудования</p> <p><b>Имеет сформировавшееся систематическое умение:</b> Оптимизировать режимы работы станции водоподготовки с целью доведения качества очистки воды до нормативных требований с минимальными затратами материальных средств и энергоресурсов, а также контролировать их соблюдение со стороны персонала станции</p> <p><b>Показал сформировавшееся систематическое владение:</b> знаниями для контроля условий и режимов работы</p>	

		технологического и вспомогательного оборудования, влияющих на технологию и качество водоподготовки	
--	--	--	--

## 2. Описание шкал оценивания

### 2.1 Шкала оценивания на этапе текущего контроля

Форма текущего контроля	Отсутствие усвоения (ниже порогового)*	Пороговый (удовлетворительно)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)
Реферат	не выполнена или все задания решены неправильно	Цель и задачи реферата достигнуты частично. Актуальность темы реферата определена неубедительно. В реферате выявлены значительные отклонения от требований методических указаний.	Цель и задачи выполнения реферата достигнуты. Актуальность темы реферата подтверждена. Реферат выполнен с незначительными отклонениями от требований методических указаний.	Цель написания реферата достигнута, задачи решены. Актуальность темы исследования корректно и полно обоснована. Реферат выполнен согласно требованиям.
Устный ответ на вопрос	не выполнена или все задания решены неправильно	Цель и задачи вопроса достигнуты частично.	Цель и задачи выполнения вопроса достигнуты.	Цель написания ответа на вопрос достигнута, задачи решены.
Выполнение практического задания	не выполнена или все задания решены неправильно	Решено более 50% задания, но менее 70%	Решено более 70% задания, но есть ошибки	все задания решены без ошибок

### 2.2 Шкала оценивания на этапе промежуточной аттестации (зачет и экзамен в виде итогового теста, курсовая работа)

Форма промежуточной аттестации	Отсутствие усвоения (ниже порогового)	Пороговый (удовлетворительно)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)
Выполнение итоговых тестов (не менее 15 вопросов на	Менее 51%	51-79%	80-90%	91% и более

вариант)				
Выполнение курсовой работы	не показал умение собирать и систематизировать информацию из теоретических источников, анализировать практический материал, не овладел методикой исследования, не проявил творческий подход и самостоятельность в анализе, обобщениях и выводах, не аргументировал предложения, не соблюдал все требования к оформлению курсовой работы и сроков ее исполнения.	показал умение собирать информацию из теоретических источников, анализировать практический материал для иллюстраций теоретических положений, недостаточно овладел методикой исследования, не проявил творческий подход и самостоятельность в анализе, обобщениях и выводах, не аргументировал предложения, не соблюдал все требования к оформлению курсовой работы и сроков ее исполнения.	показал умение собирать и систематизировать информацию из теоретических источников, анализировать и грамотно использовать практический материал для иллюстраций теоретических положений, проявил творческий подход и самостоятельность в анализе, недостаточно аргументировал выводы и предложения, не соблюдал все требования к оформлению курсовой работы и сроков ее исполнения.	показал умение собирать и систематизировать информацию из теоретических источников, анализировать и грамотно использовать практический материал для иллюстраций теоретических положений, проявил творческий подход и самостоятельность в анализе, обобщениях и выводах, аргументировал предложения, соблюдал все требования к оформлению курсовой работы и сроков ее исполнения.

**3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ**

**Реферат**

**Раздел 1. Основные системные понятия, системный анализ и системный подход в экологии**

**Раздел 4. Практические основы применения имитационного моделирования**

1. Моделирование. Этапы моделирования.
2. Имитационное моделирование.

3. Система общецелевого назначения GPSS World.
4. Отечественная система моделирования AnyLogic.
5. Компьютерное моделирование.
6. Математическое моделирование.
7. Имитационная модель. Типичные сценарии использования имитационных моделей.

Роль оптимизатора. База данных.

8. Методы имитационного моделирования. Структура продаж XJ Technologies.  
Препятствия роста практического применения ИМ в России.

9. Сущность понятия модель и моделирование.

10. Назначение имитационного моделирования и его место в системах поддержки принятия решений (СППР).

11. История развития СППР. Классификация СППР и его структура. Взаимодействие компонентов СППР.

12. Содержание работы системного аналитика. Основы практической работы системного аналитика при использовании имитационного моделирования.

13. Использование системного подхода в экологии.

14. Этапы системного анализа (выбор проблемы, постановка задачи и ограничение её сложности, установление иерархии целей и задач, выбор путей решения, моделирование, оценки возможных стратегий, внедрение результатов).

15. Применение системного анализа в экологии.

16. Метод имитационного моделирования.

17. Реальная система. Имитационная (машинная) модель. Логико-математическая модель.

18. Технология имитационного моделирования. Вычислительный эксперимент. Динамика взаимодействия элементов. Статическое описание системы. Динамическое описание системы. Системное моделирование. Концептуальная модель.

19. Технология моделирования. Этапы моделирования. Декомпозиция системы. Композиция. Абстракция. Критерии эффективности. Языки моделирования.

20. Система. Уровень сложности систем. Простейшие системы. Сложные системы. Свойства системы. Внутрисистемные связи. Системные исследования. Основные свойства сложных систем.

21. Основные признаки системы. Положительные обратные связи. Отрицательные обратные связи. Колебательные режимы. Централизованные системы. Разделение сложной системы.

22. Информационные системы управления. Типы моделей. Системный подход.

23. Схема построения и исследования моделей.
24. Исследования сложных систем.
25. Аналитическое моделирование.
26. Система AnyLogic.
27. Инструментальная система AnyLogic. Активный объект в AnyLogic. Графическая среда. Элементы визуальной графики.
28. Агентные модели. Дискретно-событийные модели. Системная динамика. Динамические системы. Объектно-ориентированный подход. Адекватность модели. Анимация.
29. Параметры модели. Активные объекты. Графически классы. Интерфейсы взаимодействия. Структуру активного объекта. Поведение активного объекта. Средства визуальной разработки. Язык Java. Переменные. События.
30. Стохастическое моделирование. Случайная величина. Чувствительность модели. Эксперимент для варьирования параметров. Оптимизационный эксперимент.
31. Различные уровни абстракции для моделей различной сложности.
32. Использование различных подходов в имитационном моделировании.
33. Системная динамика как способ имитационного моделирования.
34. Дискретно – событийное моделирование в программах для имитационного моделирования.
35. Агентное моделирование как способ имитационного моделирования.
36. Соотношение способов моделирования между собой.
37. Метод статистического моделирования на ЭВМ (метод Монте-Карло).
38. Способы проведения исследований (экспериментов) — методы исследования.
39. Требования к моделям в зависимости от целевой направленности.
40. Круг задач, при которых успешно используется моделирование.

#### **Устный ответ на вопрос**

1. Имитационное моделирование.
2. Система общецелевого назначения GPSS World.
3. Отечественная система моделирования AnyLogic.
4. Компьютерное моделирование.
5. Математическое моделирование.
6. Имитационная модель. Типичные сценарии использования имитационных моделей.  
Роль оптимизатора. База данных.

7. Методы имитационного моделирования. Структура продаж XJ Technologies. Препятствия роста практического применения ИМ в России.
8. Сущность понятия модель и моделирование.
9. Назначение имитационного моделирования и его место в системах поддержки принятия решений (СППР).
10. История развития СППР. Классификация СППР и его структура. Взаимодействие компонентов СППР.
11. Содержание работы системного аналитика. Основы практической работы системного аналитика при использовании имитационного моделирования.
12. Использование системного подхода в экологии.
13. Этапы системного анализа (выбор проблемы, постановка задачи и ограничение её сложности, установление иерархии целей и задач, выбор путей решения, моделирование, оценки возможных стратегий, внедрение результатов).
14. Применение системного анализа в экологии.
15. Метод имитационного моделирования.
16. Реальная система. Имитационная (машинная) модель. Логико-математическая модель.
17. Технология имитационного моделирования. Вычислительный эксперимент. Динамика взаимодействия элементов. Статическое описание системы. Динамическое описание системы. Системное моделирование. Концептуальная модель.
18. Технология моделирования. Этапы моделирования. Декомпозиция системы. Композиция. Абстракция. Критерии эффективности. Языки моделирования.
19. Система. Уровень сложности систем. Простейшие системы. Сложные системы. Свойства системы. Внутрисистемные связи. Системные исследования. Основные свойства сложных систем.
20. Основные признаки системы. Положительные обратные связи. Отрицательные обратные связи. Колебательные режимы. Централизованные системы. Разделение сложной системы.
21. Информационные системы управления. Типы моделей. Системный подход.
22. Схема построения и исследования моделей.
23. Исследования сложных систем.
24. Аналитическое моделирование.
25. Система AnyLogic.
26. Инструментальная система AnyLogic. Активный объект в AnyLogic. Графическая среда. Элементы визуальной графики.

27. Агентные модели. Дискретно-событийные модели. Системная динамика. Динамические системы. Объектно-ориентированный подход. Адекватность модели. Анимация.
28. Параметры модели. Активные объекты. Графические классы. Интерфейсы взаимодействия. Структуру активного объекта. Поведение активного объекта. Средства визуальной разработки. Язык Java. Переменные. События.
29. Стохастическое моделирование. Случайная величина. Чувствительность модели. Эксперимент для варьирования параметров. Оптимизационный эксперимент.
30. Различные уровни абстракции для моделей различной сложности.
31. Использование различных подходов в имитационном моделировании.
32. Системная динамика как способ имитационного моделирования.
33. Дискретно – событийное моделирование в программах для имитационного моделирования.
34. Агентное моделирование как способ имитационного моделирования.
35. Соотношение способов моделирования между собой.
36. Метод статистического моделирования на ЭВМ (метод Монте-Карло).
37. Способы проведения исследований (экспериментов) — методы исследования.
38. Требования к моделям в зависимости от целевой направленности.
39. Круг задач, при которых успешно используется моделирование.

***Темы для практических заданий:***

1. Расчет энергии экологической пирамиды
2. Построить график роста плотности популяции бактерий *Escherichia coli* в зависимости от времени
3. Моделирование чувствительности кислородного режима на примере Балтийского моря
4. Определение максимального значения целевой функции. Полученные значения отобразить на графике
5. Построение модели хищник – жертва с использованием агентного моделирования
6. Графическое решение задачи хищник – жертва с помощью линейного программирования
7. Использование метод моделирования дискретно - событийных и динамических систем

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**КОМПЛЕКТ ТЕСТОВ для промежуточной аттестации (экзамен)  
по дисциплине**

Экзамен проводится в виде итогового теста. Для выполнения теста отводится 40 минут.

**Примерные задания итогового теста**

## ***Раздел 1.***

• **Экологическая система, связанная с внешним миром потоками вещества, энергии и информации является:**

- Открытой системой
- Закрытой системой
- Полузакрытой системой
- Изолированной системой

• **Термин *экосистема* впервые был предложен в 1935 году английским ботаником:**

- Ч.Дарвин
- К.Линней
- А.Тенсли
- У.Бэтсон

• **Укажите на верное утверждение:**

- Биогеоценоз является более широким понятием, чем экосистема
- Экосистема является более широким понятием, чем биогеоценоз
- Биоценоз является более широким понятием, чем экосистема
- Экосистема является более широким понятием, чем биоценоз

## ***Раздел 2.***

**1. В экологии широкое распространение получил метод \_\_\_\_\_ как средство изучения и прогнозирования природных объектов:**

- Математического моделирования
- Аналогий
- Компенсации
- аксиоматический

**2. Модели строят на основании сведений, накопленных:**

- В исторических летописях
- В научных публикациях и статьях
- в полевых наблюдениях и экспериментах
- в повседневной жизни

**3. В надорганизменных системах имеется внутренняя структура и, следовательно, действует принцип:**

- Один за всех и все за одного
- Не все связи существенные
- Все живое от живого
- Один в поле не воин

### **Раздел 3.**

#### **1. Основными элементами непрерывной системы являются?**

- Абстрактные бункеры (емкости, резервуары) и элементы задержки, которые могут быть представлены также в виде своеобразных бункеров.
- Интегрирующие блоки, и звенья запаздывания (линии задержки) аналоговых вычислительных машин.
- Абстрактные блоки и элементы задержки, которые не могут быть представлены в виде своеобразных бункеров.

#### **2. Системы поддержки принятия решений (DSS — Decision Support Systems) представляют собой.....**

- Информационные системы, максимально приспособленные, к решению задач повседневной управленческой деятельности и являются, инструментом, помогающим принимать обоснованные и эффективные управленческие решения.
- Технологические системы, минимально приспособленные к решению задач сельскохозяйственной деятельности.
- Производные системы, максимально приспособленные к решению задач человеческой деятельности.

#### **3. В каком году появляется новый тип ИС — модель ориентированные СППР (Model—oriented Decision Support Systems — DSS) или системы управленческих решений (Management Decision Systems — MDS)?**

- В конце 60-х годов.
- В начале 50-х годов.
- В конце 40-х годов.

### **Раздел 4.**

#### **1. Дайте определение термину имитационное моделирование?**

- Это метод исследования, заключающийся в имитации на ЭВМ с помощью комплекса программ процесса функционирования технологии или отдельных ее частей и элементов.
- Это метод проектирования, заключающийся в имитации.
- Это метод наблюдения с помощью комплекса программ процесса функционирования технологии.

#### **2. К подклассу системного моделирования относят....**

- Системы с хорошо развитыми общеалгоритмическими средствами, широким набором средств описания параллельно выполняемых действий, временных последовательностей выполнения процессов, а также с возможностями сбора и обработки статистического материала.

- Системы с плохо развитыми общеалгоритмическими средствами, слабым набором средств описания параллельно выполняемых действий, временных последовательностей выполнения процессов.
- Системы с развитыми общеалгоритмическими средствами, плохим набором средств описания параллельно выполняемых действий, длительных последовательностей выполнения процессов, а также с возможностями сбора и обработки статистического материала.

### **3. К подклассу логического моделирования относят....**

- Системы, позволяющие в удобной и сжатой форме отражать логические и топологические особенности моделируемых объектов, обладающие средствами работы с частями слов, преобразования форматов, записи микропрограмм.
- Системы, позволяющие в удобной и расширенной форме отражать логические и типологические особенности моделируемых объектов.
- Системы, позволяющие в удобной и сжатой форме отражать логические особенности моделируемых объектов, обладающие средствами работы с частями слов, преобразования форматов, записи программ.

## *Раздел 5.*

### **1. В AnyLogic структурными элементами модели являются?**

- Активные объекты.
- Диаграммы и графики.
- Функции, уравнения, параметры.

### **2. Фаза валидации .....**

- Начинается с описания модели и включает выбор тех ресурсов и элементов деятельности, которые будут представлены; выявление особенностей системы;
- Начинается с изменения параметров в соответствии с модификацией системы, эффективность которой нужно проверить с помощью модели;
- Начинается с измерения, которые снимаются с обновленной системы, и снова проводится сравнение. Производительность системы сравнивается с данными моделирования.

### **3. Этапы процесса построения математической модели сложной системы:**

- Формулируются основные вопросы о поведении системы, ответы на которые мы хотим получить с помощью модели. . Из множества законов, управляющих поведением системы, выбираются те, влияние которых существенно при поиске ответов на поставленные вопросы.
- Формулируются основные вопросы о поведении системы, ответы на которые мы хотим получить с помощью модели. . Из одного законов, управляющих поведением системы, выбираются те, влияние которых не существенно при поиске ответов на поставленные вопросы;

- Формулируются основные вопросы о поведении системы, ответы на которые мы хотим получить с помощью модели. . Из законов устанавливаются, поведение системы, выбираются те, влияние которых не существенно при поиске ответов на поставленные вопросы.

### *Раздел 6.*

- **Что характеризует собой такой компонент дискретно-событийного моделирования как «часы».**

- Основной компонент системы, синхронизирующий изменения системы, т.е. возникновение событий.
- Основной компонент системы, синхронизирующий изменения времени.
- Основной компонент системы, синхронизирующий изменения давления.

- **Что характеризует собой такой компонент дискретно-событийного моделирования как «условие завершения»?**

- Возникновение заданного события (например, достижение 10-минутного времени ожидания в очереди); прохождение заданного числа циклов по часам системы моделирования.
- Возникновение заданного события (например, достижение 5-минутного времени ожидания в очереди).
- Возникновение заданного события (например, достижение 15-минутного времени ожидания в очереди); прохождение заданного времени по часам системы моделирования.

- **Что характеризует собой такой компонент дискретно-событийного моделирования как «реализация»?**

- Проблемно-ориентированные языки программирования или библиотеки для высокоуровневых языков.
- Ориентированные языки развития программирования для низкоуровневых языков.
- Проблемы с синхронизацией между текущими событиями.