

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович

Должность: И.о. директора института мелиорации, водного хозяйства и строительства

строительства имени А.Н. Костякова

Дата подписания: 2025.06.22 13:51:48

Уникальный программный ключ:

dcb6dc8315334acdb612a7c3a0ce2cf217be1e29



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства  
имени А.Н. Костякова

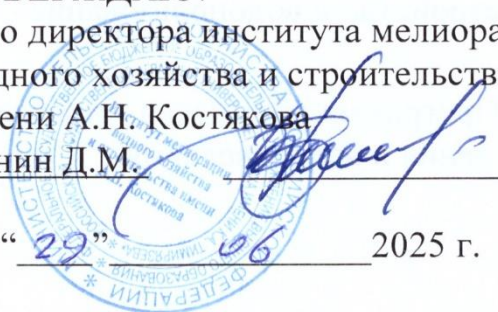
Кафедра сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения,  
насосов и насосных станций

УТВЕРЖДАЮ:

И. о. директора института мелиорации,  
водного хозяйства и строительства  
имени А.Н. Костякова

Бенин Д.М.

“ 22 ” 06 2025 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.6 «Основы математического моделирования систем водоснабжения и**  
**водоотведения»**  
для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 20.04.02 – Природообустройство и водопользование

Направленность: Цифровизация инженерных систем в АПК

Курс: 2

Семестр: 3

Форма обучения очная

Год начала подготовки: 2025

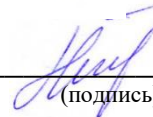
Москва, 2025

Разработчики: Лентяева Е.А., к.т.н., доцент



«26» \_08\_ 2025г.

Рецензент: Ханов Н. В., профессор д.т.н

  
(подпись)

«26» \_08\_ 2025г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению 20.04.02 – Природообустройство и водопользование

Программа обсуждена на заседании кафедры сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций протокол № 12 от «26» августа 2025г.

И.о. зав. кафедрой Али М.С., к.т.н., доцент



(подпись)

«26» \_\_08\_\_ 2025г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии  
института мелиорации, водного хозяйства и строительства  
им. А.Н. Костякова

Щедрина Е.В., к.п.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)



«25» \_08\_ 2025г.

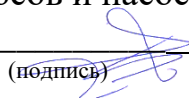
(подпись)

протокол №7

И.о. заведующего выпускающей кафедрой сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций

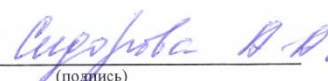
Али М.С., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

«26» 08 2025г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация.....	
<u>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</u> .....	4
<u>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</u> .....	
<u>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</u> .....	
<u>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u> .....	
4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам .....	
4.2 Содержание дисциплины .....	
4.3 Лекции/лабораторные/практические/семинарские занятия .....	
<u>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</u> .....	
<u>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</u> .....	
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания .....	20
<u>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u> .....	21
7.1 Основная литература .....	21
7.2 Дополнительная литература.....	21
7.3 Нормативные правовые акты.....	21
<u>8 ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</u> .....	
<u>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (при необходимости)</u> .....	22
<u>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (модулю)</u> .....	
<u>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</u> .....	24
<u>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</u> .....	25

**Аннотация**  
**рабочей программы учебной дисциплины**  
**Б1.В.6 «Основы математического моделирования систем водоснабжения и водоотведения» для подготовки магистров по направлению 20.04.02 –**  
**Природообустройство и водопользование направленность: Цифровизация инженерных систем в АПК**

**Цель освоения дисциплины** «Основы математического моделирования систем водоснабжения и водоотведения» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность исследовать процессы функционирования систем водоснабжения и водоотведения и умение использовать методы проведения исследований для совершенствования технологий с целью повышения эффективности работы природно-техногенных систем и обеспечения выполнения требований экологической безопасности.

**Место дисциплины в учебном плане.** Дисциплина «Основы математического моделирования систем водоснабжения и водоотведения» включена в вариативную часть дисциплин ФГОС ВО и реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО и Учебного плана по направлению 20.04.02 - Природообустройство и водопользование направленность «Цифровизация инженерных систем в АПК».

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ПКос-4.2; ПКос-5.1; ПКос-5.2

**Краткое содержание дисциплины.** Дисциплина включает разделы:

- «Анализ сложных систем», в котором изучаются темы «Основы системного анализа», «Моделирование сложных систем в пакетах прикладных программ».
- «Моделирование надежности элементов систем водоснабжения и водоотведения», в котором изучаются темы «Основы теории надежности», «Моделирование показателей надежности».

**Общая трудоемкость дисциплины /в т.ч. практическая подготовка:**

108/4 ( час/4 зач. ед.), в том числе 4 часа практическая подготовка.

**Промежуточный контроль:** зачет с оценкой.

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Основы математического моделирования систем водоснабжения и водоотведения» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность исследовать процессы функционирования систем водоснабжения и водоотведения и умение использовать методы проведения исследований для совершенствования технологий с целью повышения эффективности работы природно-техногенных систем и обеспечения выполнения требований экологической безопасности.

Для достижения поставленной цели при изучении дисциплины необходимо решить следующие задачи:

- сформировать представления об основных компонентах комплексной дисциплины «Основы математического моделирования систем водоснабжения и водоотведения»;
- раскрыть понятийный аппарат фундаментального и прикладного аспектов дисциплины;
- сформировать навыки работы в прикладных программах общего назначения;
- сформировать умения анализа предметной области, разработки концептуальной и математической модели явления или процесса;
- ознакомить с этапами реализации математической модели на ПК.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Основы математического моделирования систем водоснабжения и водоотведения» включена в вариативную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению подготовки 20.04.02 – Природообустройство и водопользование. Дисциплина «Основы математического моделирования систем водоснабжения и водоотведения» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, профессионального стандарта: 16.066 "Инженер-проектировщик насосных станций систем водоснабжения и водоотведения", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 21 декабря 2015 г. N 1085н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации от 25 января 2016 г. N 40754), 16.067 "Инженер-проектировщик сооружений очистки сточных вод", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 21 декабря 2015 г. N 1084н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации от 21 января 2016 г. N 40693) и учебного плана по направлению 20.04.02 – Природообустройство и водопользование направленность «Цифровизация инженерных систем в АПК».

Поскольку изучение дисциплины начинается в третьем семестре, достаточно знание таких дисциплин как «Математическое моделирование процессов в компонентах природы (1 семестр)», «Информационные технологии» либо «Информатика» из курса бакалавриата/специалитета. Дисциплина «Основы математического моделирования систем водоснабжения и водоотведения»

является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Гидротехнические сооружения систем водоснабжения и водоотведения» (4 семестр), кроме того, знания, умения и навыка, приобретенные в процессе изучения дисциплины, могут быть использованы при написании выпускной квалификационной работы магистра.

Рабочая программа дисциплины «Основы математического моделирования систем водоснабжения и водоотведения» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Особенностью дисциплины является выполнение всех расчетных заданий на персональном компьютере с использованием прикладного программного обеспечения и сетевых технологий.

### **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Таблица 1

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	оры компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос-4	Способен к организации и координации работы проектного подразделения, контроля сроков и качества разработки проектных решений.	ПКос-4.2 Умение использовать знания содержания работы проектного подразделения для организации и координации его работы, контроля сроков и качества разработки проектных решений.	Методологию моделирования производственных систем	Создавать модели процессов подразделения, объединяющих совокупность организационных, функциональных моделей и моделей данных.	Навыками моделирования процессов в пакетах прикладных программ
2.	ПКос-5	Способен к проведению исследований процессов функционирования природно-техногенных систем для совершенствования технологий с целью повышения эффективности их работы и обеспечения выполнения требований экологической безопасности.	ПКос-5.1 Знания и владение методами исследований систем.	Основные понятия системного анализа	Применять системный анализ к моделированию процессов в системах водоснабжения и водоотведения	Навыками разработки модели системы, выделения ее элементов и связей между ними
			ПКос-5.2 Умение использовать методы проведения исследований для совершенствования технологий с целью повышения эффективности работы природно-техногенных систем и обеспечения выполнения требований экологической безопасности.	Методы исследования надежности систем	Определять показатели надежности элементов систем водоснабжения и водоотведения	Навыками работы в прикладном программном обеспечении для выполнения расчетов

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	Семестр №3
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108 / 4</b>	<b>108 / 4</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>50,35 / 4</b>	<b>50,35 / 4</b>
Аудиторная работа		
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	16	16
практические занятия (ПЗ)	34 / 4	34 / 4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35	0,35
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>57,65 / 0</b>	<b>57,65 / 0</b>
контрольная работа	10	10
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям и т.д.)	38,65	38,65
Подготовка к зачёту/ зачёту с оценкой (контроль)	9	9
Вид промежуточного контроля:	Зачет с оценкой	

\* в том числе практическая подготовки



## 4.2 Содержание дисциплины

### Тематический план учебной дисциплины

Таблица 3

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ПКР всего/*	
<b>Раздел I. Анализ сложных систем</b>					
Тема 1. Основы системного анализа	14	2	4		8
Тема 2. Моделирование сложных систем в пакетах прикладных программ	30	6	12 / 2		12
<b>Раздел II. Моделирование надежности элементов систем водоснабжения и водоотведения</b>					
Тема 1. Основы теории надежности	26	4	8		14
Тема 2. Моделирование показателей надежности	28,65	4	10 / 2		14,65
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35			0,35 / 0	
<b>Подготовка к зачету</b>	9				9
<b>Всего за 3 семестр</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>34 / 4</b>	<b>0,35 / 0</b>	<b>57,65</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>34 / 4</b>	<b>0,35 / 0</b>	<b>57,65</b>

#### **Раздел I. Анализ сложных систем**

##### Тема 1. Основы системного анализа

*Лекция 1. Подходы к исследованию систем.* Причинно-следственный подход, системный подход, ситуационный подход, процессный подход. Системный анализ как метод системного подхода. Понятие системы согласно ИСО 9000:2000. Основные свойства системы: целенаправленность, сложность, делимость, целостность, многообразие элементов и различие их природы, структурированность. Градация систем по сложности и масштабу.

*Практическое занятие 1. Система и среда.* Понятие среды. Процесс взаимодействия среды и системы. Входные и выходные связи. Расширенная классификация систем (простые/сложные, закрытые/открытые, рефлекторные/рефлексивные, детерминированные/вероятностные, статические/динамические, дискретные/непрерывные). Решение задач по самостоятельной классификации систем, определению входных и выходных связей междусистемой и средой.

*Практическое занятие 2. Системный анализ.* Построение обобщенной модели как основная процедура системного анализа. Классы систем. Взаимосвязь среды и системы. Поведение системы. Параметры состояния. примеры. Свойства системы, выражаемые в числовых характеристиках. Задачи по определению системы и среды, степени детализации элементов

##### Тема 2. Моделирование сложных систем в пакетах прикладных программ

*Лекция 2. Методология моделирования.* Методология моделирования открытых систем ARIS. Требования к аппаратному обеспечению. Интерфейс и возможности программы. Основные классы моделей: организационные,

функциональные, продуктов, данных, процессов.

*Практическое занятие 3. Знакомство с ARIS.* Интерфейс, окно проводника, настройки системы и базы данных будущих моделей. Создание базы данных. Просмотр примеров моделей на различных уровнях описания.

*Практическое занятие 4. Элементы систем в организационных моделях.* Создание в базе данных организационной модели. Элементы системы. Связи в системе, их классификация и способы задания. Детализация элементов системы в окне свойств. Сохранение модели.

*Лекция 3. Цели и управляемость системы.* Цели системы и входящих в нее элементов. Противоречия частных целей. Функции управления в системе. Виды целей. Требования к построению вербальных моделей целей (адресность, измеримость, контролируемость, критерии достижения). Управляемость как возможность перевода системы из одного состояния в другое. Критерий управляемости (критерий Калмана). Полная управляемость в технических системах. Неполная управляемость в экономических системах. Сигнал управления, управляющее воздействие.

*Практическое занятие 5. Модели функций элементов системы.* Классы функциональных моделей. Модель стратегических целей и ее элементы. задание ключевых факторов достижения целей (индикаторов). Связь между моделями организационного типа и моделью целей. Модели функций элементов системы. Декомпозиция моделей и оптимальное число уровней функций для одного элемента. Построение деревьев функций по объектно-ориентированному, функционально-ориентированному и процессно-ориентированному принципу.

*Практическое занятие 6. Входы и выходы системы.* Обмен между системой и средой энергией, материальными ресурсами, информацией. Уровни описания обмена в ARIS. Модели продуктов, их элементы и связи. Модели данных, их элементы и связи. Модели продуктов и их декомпозиция. Построение в ARIS дерева продуктов, матрицы выбора продукта. Формирование моделей входящих и исходящих продуктов.

*Лекция 4. Модели процессов.* Процессы в системе. Процессное моделирование. Модели eEpc. Логические функции. Ветвящиеся и циклические процессы. Логические операторы в моделях. Объединение моделей прочих классов в процессной модели. Основы имитационного моделирования процессов.

*Практическое занятие 7. Модели линейных процессов.* Включение в модель процесса элементов из моделей, созданных на предыдущих уровнях описания системы. Логика построения моделей (входы/выходы, элементы системы, функции и их исполнитель). Построение модели неразветвляющегося процесса.

*Практическое занятие 8. Модели разветвляющихся процессов.* Логические операторы в модели процесса и правила их применения. Особенности использования логических операторов после событий и функций. Построение модели разветвляющегося и циклического процесса. Задание параметров для имитационного моделирования. Анализ результатов имитации процесса.

## **Раздел II. Моделирование надежности элементов систем водоснабжения и водоотведения**

### **Тема 1. Основы теории надежности**

#### *Лекция 5. Модель надежности и числовые характеристики надежности.*

Математическая классификация отказов: постепенные /внезапные, совместные / несовместные, зависимые / независимые. Математические модели надежности объекта. Экспоненциальная модель надежности (нормальная эксплуатация). Модель надежности Рэлея (процесс износа). Модель надежности Вейбулла. Нормальное распределение времени безотказной работы до появления износных отказов.

*Практическое занятие 9. Термины и определения надежности.* Надежность и ее виды: физическая, схемная, аппаратная, программная, функциональная. Безотказность. Виды отказов: случайные и систематические; полные и частичные. Математическая классификация отказов: постепенные /внезапные, совместные / несовместные, зависимые / независимые. Экспоненциальная модель надежности (нормальная эксплуатация). Модель надежности Рэлея (процесс износа).

*Практическое занятие 10. Первичная обработка эмпирических данных.* Вариационные ряды: дискретные и интервальные вариационные ряды, частоты и частоты. Графическое изображение вариационных рядов: полигон, гистограмма и кумулята. Средние величины: средняя арифметическая, медиана, мода. Показатели вариации: вариационный размах, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации. Начальные и центральные моменты вариационного ряда. Коэффициент асимметрии. Эксцесс.

*Лекция 6. Определения интенсивности отказов.* Состояние объекта в данный момент времени. Оценочные значения показателей надежности и способы их получения: расчетный, экспериментальный и экстраполяционный. Специальные испытания и данные практической эксплуатации.

*Практическое занятие 11. Определение неизвестных параметров распределения.* Состояние объекта в данный момент времени. Статистическая теория надежности. Оценочные значения показателей надежности и способы их получения: расчетный, экспериментальный и экстраполяционный. Специальные испытания и данные практической эксплуатации. Графики Износ-Время.

*Практическое занятие 12. Статистическая обработка результатов испытаний.* Модель надежности Вейбулла. Нормальное распределение времени безотказной работы до появления износных отказов. Построение вариационного ряда. Расчет среднего времени работы до отказа.

### **Тема 2. Моделирование показателей надежности**

*Лекция 7. Марковские случайные процессы.* Основные понятия Марковских процессов. Виды марковских случайных процессов. Структура Марковских цепей. Переходные вероятности. Дискретные цепи Маркова.

*Практическое занятие 13. Матрицы переходных вероятностей.* Разметка графов по данным наблюдений. Непосредственный подсчет вероятностей в цепях с двумя и тремя состояниями, внесение данных в матрицу переходных

вероятностей. Вектор начальных вероятностей. Вероятности состояний системы на каждом из переходов. Финальные вероятности.

*Практическое занятие 14. Цепи Маркова при расчете надежности технических устройств.* Графы состояний технического устройства. Данные наблюдений и их интерпретация. Разметка графа по данным наблюдений. По данным наблюдений выполняется составление графа состояний технического устройства и расчет элементов матрицы переходных вероятностей. Численный прогноз вероятностей состояния системы до стабилизации вероятностей.

*Лекция 8. Показатели надежности трубопроводов и оборудования городской водопроводной сети*

Системы с восстановлением. Понятие интенсивности ремонтов. Расчет функции готовности для параллельной и последовательной системы (экспоненциальная модель надежности). Определение средней наработки до отказа восстанавливаемой системы. Основные величины, исследуемые при оценке надежности участков трубопроводов и оборудования водопроводной сети города: число отказов этих элементов в определенный интервал времени, сроки службы до отказа (наработка на отказ), время восстановления работоспособного состояния участка трубопровода (время ликвидации аварии). Способы их определения.

*Практическое занятие 15. Статистический анализ аварий и повреждений трубопроводов* Планирование статистических испытаний и определение объема достоверной информации по отказам трубопроводов. Математическая модель, описывающей закон распределения потока отказов их участков. прогноз числа отказов и вероятности их возникновения.

*Практическое занятие 16. Показатели надежности оборудования водопроводной сети* Надежность водозаборных сооружений. Показатели надежности элементов водозаборов. формулы для расчета надежности водозаборных сооружений как технической системы. Надежность насосных станций. Параметры надежности элементов насосных станций. формулы для расчета надежности насосной станции как технической системы в соответствии с ее структурой.

#### 4.3 Лекции/практических занятия

Таблица 4

##### Содержание лекций/практических занятий и контрольные мероприятия

№п/п	№ раздела	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
1.	<b>Раздел I. Анализ сложных систем</b>				<b>24 / 2</b>
	Тема 1. Основы си-	Л1 Подходы к исследованию систем	ПКос-4.2 ПКос-5.1		2

	Стемного анализа	ПЗ №1 Система и среда	ПКос-4.2 ПКос-5.1	Устный опрос Решение типовых задач	2
		ПЗ 2 Системный анализ.	ПКос-4.2 ПКос-5.1	Устный опрос Дискуссия Решение типовых задач	2
	Тема 2. Моделирование сложных систем в пакетах прикладных программ	Л 2 Методология моделирования	ПКос-4.2 ПКос-5.1		2
		ПЗ 3. Знакомство с ARIS	ПКос-4.2 ПКос-5.1	Устный опрос	2
		ПЗ 4. Элементы систем в организационных моделях	ПКос-4.2 ПКос-5.1	Устный опрос	2
		Л 3. Цели и управляемость системы.	ПКос-4.2 ПКос-5.1		2
		ПЗ 5. Модели функций элементов системы	ПКос-4.2 ПКос-5.1	Устный опрос	2
		ПЗ 6. Входы и выходы системы.	ПКос-4.2 ПКос-5.1	Устный опрос	2
		Л 4. Модели процессов.	ПКос-4.2		2
			ПКос-5.1		
		ПЗ 7. Модели линейных процессов.	ПКос-4.2 ПКос-5.1	Устный опрос	2
		ПЗ 8. Модели разветвляющихся процессов.	ПКос-4.2 ПКос-5.1	Устный опрос Индивидуальные творческие задания	2 / 2
2.	<b>Раздел II. Моделирование надежности элементов систем водоснабжения и водоотведения</b>				<b>26 / 2</b>
	Тема 1. Основы теории надежности	Л 5. Модель надежности и числовые характеристики надежности.	ПКос-5.2		2
		ПЗ 9. Термины и определения надежности	ПКос-5.2	Устный опрос	2
		ПЗ 10. Первичная обработка эмпирических данных.	ПКос-5.2	Устный опрос Решение типовых задач	2
		Л 6. Определения интенсивности отказов.	ПКос-5.2		2
		ПЗ 11. Определение неизвестных параметров распределения.	ПКос-5.2	Устный опрос	2
		ПЗ 12. Статистическая обработка результатов испытаний.	ПКос-5.2	Устный опрос Дискуссия	2
	Тема 2. Моделирование показателей надежности	Л 7. Марковские случайные процессы.	ПКос-5.2		2
		ПЗ 13. Матрицы переходных вероятностей.	ПКос-5.2	Устный опрос	2
		ПЗ 14. Цепи Маркова при расчете надежности технических устройств.	ПКос-5.2	Решение типовых задач	2

		Л 8. Показатели надежности трубопроводов и оборудования городской водопроводной сети	ПКос-5.2		2
		ПЗ 15. Статистический анализ аварий и повреждений трубопроводов	ПКос-5.2	Индивидуально-творческие задания	2 / 2
		ПЗ 16. Показатели надежности оборудования водо-проводной сети	ПКос-5.2	Устный опрос	4

#### 4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Перечень вопросов для самостоятельного изучения приведен в таблице 5.

Таблица 5

#### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел I. Исходные данные для моделирования</b>		
1	Тема 1. Основы системного анализа	Требования к вербальному описанию систем. Открытые и закрытые системы. Область применения системного анализа в науке и технике. (ПКос-4.2 ПКос-5.1 )
2	Тема 2. Моделирование сложных систем в пакетах прикладных программ	Виды пакетов прикладных программ для реализации анализа сложных систем и построения их моделей. Необходимость детализации процессов на процессы первого, второго и нижних уровней. Основной и вспомогательные процессы. (ПКос-4.2 ПКос-5.1)
<b>Раздел II. Моделирование надежности элементов систем водоснабжения и водоотведения</b>		
4	Тема 1. Основы теории надежности	Частота и вероятность. Основные законы умножения и сложения вероятностей. Несовместные события Особенности использования параметрических критериев проверки гипотез. Виды гипотез. Правосторонняя и левосторонняя критические области. (ПКос-5.2)
5	Тема 2. Моделирование показателей надежности	Разрушающие и неразрушающие методы контроля. Области применения. Особенности экспоненциального распределения Специфика моделей, используемых при анализе технических систем. Последовательность расчета переходов на компьютере. (ПКос-5.2 )

## 5. Образовательные технологии

Интерактивное обучение обеспечивает взаимопонимание, взаимодействие, взаимообогащение. Интерактивные методики ни в коем случае не заменяют учебный материал, но способствуют его лучшему усвоению и, что особенно важно, формируют мнения, отношения, навыки поведения.

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
1	Тема 1. Основы системного анализа	Л ПЗ	Презентация. Дискуссия.
2	Моделирование сложных систем в пакетах прикладных программ	Л ПЗ	Презентация. Индивидуальные творческие задания
3	Основы теории надежности	Л ПЗ	Презентация. Дискуссия
4	Моделирование показателей надежности	Л ПЗ	Презентация. Индивидуальные творческие задания

## **6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

### **6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

Вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям (текущий контроль).

*Устный опрос*

Раздел I. Исходные данные для моделирования. Тема 1. Основы системного анализа

- Ситуационный подход, его сущность
- Особенности процессного подхода.
- Причинно-следственный подход, его сущность
- Системный подход, его сущность
- Перечислить свойства системы и привести примеры
- Принцип эквивиальности и его особенности
- Сущность системного подхода в исследованиях.
- Расширенная классификация систем.
- Принципы исследования систем.
- Иерархия целей системы.
- Методология системного анализа и его цели.

Раздел I. Исходные данные для моделирования. Тема 2. Моделирование сложных систем в пакетах прикладных программ

- Прикладной инструментарий исследований, примеры.
- Виды организационных моделей и уровни их декомпозиции
- Задание атрибутов в организационных моделях
- Элементы организационных моделей и связи между ними
- Охарактеризовать стратегические, тактические и оперативные цели системы

– Отражение целей системы различного уровня в модели стратегии и дереве целей.

- Ключевые факторы успеха.
- Виды моделей продуктов системы и связи между ними.
- Модели услуг и связи между ними.
- Структурированные модели данных: примеры.
- Что такое первичный и составной ключ в базе данных
- Понятия кортеж и домен в базе данных.
- Уровни разграничения полномочий в моделях структуры управления системой

– Отличительные особенности циклических процессов

– Отличительные особенности процессов с разветвлением

– Комбинация событий.

– Комбинация функций и логических операторов в моделях процессов. Примеры. Раздел II. Моделирование надежности элементов систем водоснабжения и водоотведения Тема 1. Основы теории надежности

- Особенности распределения Вейбулла



- Методы оценки параметров в распределении Вейбулла
- Как построить функцию распределения вероятностей Вейбулла
- Как построить интегральную функцию распределения вероятностей Вейбулла
- Какие элементы технических систем могут соответствовать этому закону
- Дать определение понятий средняя наработка до отказа, среднее время восстановления
- Какие исходные данные необходимы для определения точечных оценок средних значений показателей надежности.

### ***Вопросы для дискуссии***

Раздел I. Исходные данные для моделирования. Тема 1. Основы системного анализа Преимущества и недостатки подходов к исследованию систем: Причинно-следственный подход, системный подход, ситуационный подход, процессный подход.

Насколько модель системы может быть обобщенной при выполнении системного анализа? От чего зависит уровень обобщения?

Раздел II. Моделирование надежности элементов систем водоснабжения и водоотведения Тема 2. Моделирование показателей надежности

1. Основные задачи исследования надежности: расчет статистических характеристик отказов насосного оборудования по кривым Число часов работы / Внезапный отказ.

2. Планирование контрольных испытаний насосного оборудования: какой план лучше применить и как определить число объектов?

### ***Примеры типовых задач***

Раздел I. Исходные данные для моделирования. Тема 1. Основы системного анализа Задача 1.

Классифицировать объект исследований как систему при заданных целях исследований.

№	Цели моделирования
1	Исследования планируют выполнить с целью выяснения причин низкой прибыли производственного предприятия.
2	Исследования планируют выполнить с целью выяснения причин низкой прибыли транспортного предприятия.
3	Исследования планируют выполнить с целью выяснения причин низкой прибыли торгового предприятия.
4	Исследования планируют выполнить с целью выяснения причин низкой прибыли научно-производственного предприятия.
5	Составить модель материальных входов-выходов для системы высшего образования
6	Составить модель нематериальных входов-выходов для системы высшего образования
7	Исследования планируют выполнить с целью выяснения причин низкой успеваемости в группе. Классифицировать студенческую группу как систему.

## Задача 2.

Вариант 1. Исследования планируют выполнить с целью выяснения причин низкой прибыли производственного предприятия. Классифицировать предприятие как систему.

Вариант 2. Исследования планируют выполнить с целью выяснения причин низкой прибыли транспортного предприятия. Классифицировать предприятие как систему.

Вариант 3. Исследования планируют выполнить с целью выяснения причин низкой прибыли торгового предприятия. Классифицировать предприятие как систему.

Вариант 4. Исследования планируют выполнить с целью выяснения причин низкой прибыли научно-производственного предприятия. Классифицировать предприятие как систему.

Вариант 5. Составить модель материальных входов-выходов для системы высшего образования

Вариант 6. Составить модель нематериальных входов-выходов для системы высшего образования

Вариант 7. Исследования планируют выполнить с целью выяснения причин низкой успеваемости в группе. Классифицировать студенческую группу как систему.

## Раздел II. Моделирование надежности элементов систем водоснабжения и водоотведения Тема 1. Основы теории надежности

Для заданных значений параметров формы, масштаба и/или сдвига построить с использованием статистических функций функцию плотности вероятности и интегральную функцию распределения при заданном интервале изменения  $X$ : экспоненциальное, нормальное, логарифмически нормальное, Вейбулла, гамма-распределение.

Вид распределения	Параметр формы	Параметр масштаба
нормальное	№ в журнале / 10	0,2 от параметра формы
логарифмически нормальное	№ в журнале / 10	
Вейбулла	№ в журнале / 10	0,4 от параметра формы
гамма-распределение	№ в журнале / 10	произвольно

## Раздел II. Моделирование надежности элементов систем водоснабжения и водоотведения Тема 2. Моделирование показателей надежности

На основании данных, выданных преподавателем, построить матрицу переходных вероятностей и вычислить вероятности состояния системы на несколько шагов вперед. Пример: дан массив наблюдений за тремя состояниями насоса «Исправное / Отказ критический / В ремонте». Заданы возможные значения издержек для каждого из состояний. Найти математическое ожидание издержек на несколько переходов системы вперед.

Раздел I. Исходные данные для моделирования. Тема 2. Моделирование сложных систем в пакетах прикладных программ

Студент выбирает конкретное предприятие водоснабжения/водоотведения, в сети Интернет по данным годовых отчетов формирует вербальное описание системы и строит в пакете прикладных программ все последующие модели.

- Модель структуры.
- Модель целей с указанием индикаторов их достижения и базовых функций элементов.
- Построить модель добавления качества.
- Построить модели материальных выходов.
- Построить модели информационных потоков.
- Построить модели технических терминов.
- Построить функциональные модели с декомпозицией.
- Построить модели иерархии полномочий для различных уровней управления.
- Построить модели семантики данных и базы данных.
- Построить модель процесса и выполнить ее анализ. Типы процессов студенты выбирают для рассматриваемого предприятия самостоятельно.

Раздел II. Моделирование надежности элементов систем водоснабжения и водоотведения Тема 2. Моделирование показателей надежности

Задача 1.

По данным наблюдений наработки на отказ (лет) участков трубопровода диаметром  $D$  проверить однородность и гипотезу о соответствии распределения наработки на отказ экспоненциальному распределению. Вычислить доверительный интервал для оценки средней наработки на отказ участка водовода.

№	Т, лет / число участков n							
1	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12		
	20	8	5	4	3	6		
2	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	
	19	7	4	3	2	3	1	
3	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16
	22	11	7	5	4	2	1	1
4	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12		
	17	6	3	3	1	1		
5	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	
	21	13	7	4	2	2	1	
6	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	
	15	6	4	2	3	1	1	
7	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16
	18	7	2	1	2	1	1	1
8	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12		
	20	8	3	2	2	1		

9	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16
	17	6	4	4	3	2	1	1
10	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	
	24	9	6	3	2	1	1	

## Задача 2.

По статистическим данным о времени восстановления участков трубопровода из предыдущей задачи построить эмпирическую функцию восстановления, найти теоретический закон распределения времени восстановления (проверить распределение Эрланга 2 по- рядка).

Интервал (час)	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10
0-5	20	22	21	24	20	26	21	22	18	24
5-1	42	41	40	48	38	50	43	44	35	43
10-15	9	8	10	11	14	12	10	11	8	11
15-20	7	8	9	10	8	7	8	9	8	9
20-25	7	6	8	7	5	5	8	9	7	8
25-30	4	6	7	6	4	4	5	6	4	6
30-35	3	3	2	5	3	3	4	6	2	3
35-40	5	1	1	2	1	2	2	4	1	1

*Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет с оценкой):*

1. Иерархия целей системы.
2. Сущность системного подхода.
3. Методология системного анализа и его цели.
4. Структурный анализ, его цель и методология.
5. Этапы настройки среды АРИС перед началом моделирования.
6. Виды моделей АРИС, их взаимосвязь и порядок разработки
7. Фазовая модель АРИС
8. Организационные модели АРИС.
9. Элементы, типы связей, примеры.
10. Модели данных АРИС. Их элементы.
11. Система и среда. Модели входов/выходов.
12. Функциональные модели элементов системы.
13. Модели информационных потоков внутри системы.
14. Процессный подход.
15. Использование логических операторов для ветвлений процесса
16. Использование логических операторов для создания циклического процесса.
17. Виды случайных величин, примеры из области профессиональной деятельности.
18. Внезапные отказы. Экспоненциальная модель надежности.
19. Процесс износа. Модель надежности Рэлея..
20. Износные отказы.

21. Модель надежности Вейбулла.
22. Нормальное распределение и описываемые им параметры надежности.
23. Оценочные значения показателей надежности и способы их получения.
24. Специальные испытания и данные практической эксплуатации.
25. Выборка и генеральная совокупность. Примеры из области испытаний на надежность.
26. Доверительный интервал и доверительная вероятность в расчетах показателей надежности.
27. Этапы построения вариационного ряда выбранного показателя надежности.
28. Проверка однородности испытаний на надежность. Критерий проверки согласно ГОСТ.
29. Случайный процесс и его характеристики.
30. Виды цепей Маркова. Переходные вероятности.
31. Системы с восстановлением. Понятие интенсивности ремонтов.
32. Определение средней наработки до отказа восстанавливаемой системы.
33. Расчет функции готовности для последовательной системы

## 6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов. При использовании традиционной системы контроля и оценки успеваемости студентов должны быть представлены критерии выставления оценок на зачете по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

### Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 7

Оценка	Критерии оценивания на зачете с оценкой
Высокий уровень «5» (зачтено, отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионально-го применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень «4» (зачтено, хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уро-	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический

вень «3» (зачтено, удовлетворительно)	материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – достаточный.</b>
Минимальный уровень «2» (незачтено, неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>не сформированы.</b>

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие для вузов / Н. В. Голубева. — 4-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 244 с. — ISBN 978-5-507-48455-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/393023> (дата обращения: 28.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие для вузов / Н. В. Голубева. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-8721-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/179611> (дата обращения: 28.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Горбачев, А. М. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие / А. М. Горбачев, А. Г. Вяткин. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2023. — 52 с. — ISBN 978-5-7641-1927-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/394043> (дата обращения: 28.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Палиивец, М.С. Методы моделирования в водопользовании: учебное пособие / М.С. Палиивец; – М.: Издательство «Научные технологии», 2016. - 88 с. - 500 экз. ISBN 978-5-4443-0215-6. <http://elib.timacad.ru/dl/local/146.pdf> (дата обращения: 28.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Бабкина, А.В. Математическое моделирование и проектирование: учебно-методическое пособие / А. В. Бабкина, О. С. Пучкова; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). - Электрон. текстовые дан. - Москва, 2019. - 71 с. - Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. - Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo388.pdf>.

3. Бычкова, Т. В. Математическое моделирование : учебное пособие / Т. В. Бычкова. — Брянск : Брянский ГАУ, 2019. — 109 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133097> (дата обращения: 28.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Основы математического моделирования : учебно-методическое пособие / авторы-составители Г. П. Селюкова, С. А. Селюкова. — Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2019. — 132 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/131643> (дата обращения: 28.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Щукина, Н. В. Математическое моделирование : учебное пособие / Н. В. Щукина, Н. Д. Харитонова. — Омск : Омский ГАУ, 2022. — 82 с. — ISBN 978-5-907507-69-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/326441> (дата обращения: 28.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 7.3 Нормативные правовые акты

1. ГОСТ Р 27.004-2009. Надежность в технике. Модели отказов. М.: Стандартинформ, 2010. 15 с. Доступ из системы Гарант.
2. ГОСТ Р 27.001-2009 Надежность в технике (ССНТ). Система управления надежностью. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2010. 16 с.
3. ГОСТ Р 50.1.037-2002. Прикладная статистика. Правила проверки опытного согласия с теоретическим. Непараметрические критерии [Текст]. Введ. 2002-04-23. М.: Изд-во стандартов, 2002. 43 с.
4. ГОСТ Р 50779.21-2004. Статистические методы. Правила определения и методы расчета статистических характеристик по выборочным данным. Ч.1. Нормальное распределение. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. 48 с.

### 7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Обучение по дисциплине состоит из лекционных и практических занятий. В начале практического занятия студенты повторяют теоретические основы, необходимые для расчетного выполнения заданий работе. Расчетные задания выполняются студентами на основании собранных самостоятельно официальных отраслевых статистических данных.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Реестр Федеральных государственных информационных систем <http://rkn.gov.ru/it/register/> (открытый доступ)
2. Официальный сайт службы государственной статистики РФ [www.gks.ru](http://www.gks.ru) (открытый доступ)

### 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Занятия проводятся в аудиториях, оборудованных персональными компьютерами, объединенными в локальную сеть с выходом в интернет с обязательным наличием проектора для возможности показа презентаций и экрана.

Таблица 8

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Все разделы	MS Excel	расчетная	Microsoft	2022 и позднее
2	Все разделы	MS Power Point	демонстрационная	Microsoft	2022 и позднее
3	Все разделы	MS Word	Расчетная	Microsoft	2022 и позднее
4	Все разделы	Internet Explorer	Поисковая	Microsoft	2022 и позднее
5	Раздел 1	ARIS Express	расчетная	ARIS	Онлайн-доступ к версии



## 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 9

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
№29 (ул. Большая Академическая, дом 44, стр. 3), ауд. 203 учебная лаборатория, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы	Персональный компьютер 32 шт. (Инв. № CNet Switch CNSN-1600 2 шт
Библиотека им. Н.И. Железнова (Лиственничная аллея, д. 2 к.1, ком. 133)	Читальный зал. 12 компьютерных мест с доступом в электронный каталог ЦНБ и Интернет.
Комнаты самоподготовки студентов в общежитиях	

## 11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости: лабораторные работы (занятия семинарского типа); групповые консультации; индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся; самостоятельная работа обучающихся. На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Активно-творческий подход к работе с учебным материалом на лабораторных работах обусловлен качеством подготовки студента к этим формам занятий: в период самостоятельной работы, активным участием в обсуждении вопросов и решении задач на занятиях. В этих целях задачи,

выносимые для решения, должны быть глубоко изучены, продуманы, проанализированы и представлены в конспектах в виде формул и моделей в период самостоятельной работы. Самостоятельная работа студента является важным видом учебной работы в Университете. Основными видами самостоятельной внеаудиторной работы по учебной дисциплине «Основы математического моделирования систем водоснабжения и водоотведения» являются: самостоятельное углубленное изучение разделов учебной дисциплины с помощью рекомендованной литературы, интернет-ресурсов, повторение и доработка изложенного на занятиях материала, сбор исходных данных для моделирования в глобальной сети, повтор решаемых задач дома, самостоятельную работу с программным обеспечением и подготовку к экзамену.

**Подготовка к зачету с оценкой.** К зачету с оценкой необходимо готовиться целенаправленно, регулярно, систематически и с первых дней обучения по данной дисциплине. Попытка освоить дисциплину в период непосредственной подготовки к экзамену, как правило, бывает мало продуктивной и неэффективной. В самом начале изучения учебной дисциплины необходимо ознакомиться со следующей учебно-методической документацией: программой по учебной дисциплине; перечнем знаний, навыков и умений, которыми студент должен овладеть, составом компетенций, которыми необходимо владеть по окончании изучения курса; тематическим планом и логикой изучения дисциплины; планами занятий и типами решаемых прикладных задач; организацией контрольных мероприятий по проверке текущей успеваемости; рекомендованной литературой и интернет-ресурсами; перечнем вопросов по подготовке к зачету с оценкой. Это позволит сформировать четкое представление об объеме и характере знаний и умений, которыми надо будет овладеть по дисциплине. Систематическое выполнение учебной работы на практических занятиях позволит успешно освоить дисциплину и создать хорошую базу для сдачи зачета и получения высокой оценки.

#### **Виды и формы отработки пропущенных занятий.**

Студент, пропустивший занятия, обязан принести конспект занятия.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Занятия по дисциплине проводятся в следующих формах: лекции и практические занятия в компьютерном классе. Важным моментом при объяснении теоретического материала является предупреждение пассивности студентов и обеспечение активного восприятия и осмысления ими новых знаний. Определяющее значение в решении этой задачи имеют два дидактических условия: во-первых, само изложение материала педагогом должно быть содержательным в научном отношении, живым и интересным по форме; во-вторых, в процессе устного изложения знаний необходимо применять особые педагогические приемы, возбуждающие мыслительную активность студентов и способствующие поддержанию их внимания

Один из этих приемов – *создание проблемной ситуации*. Самым простым в данном случае является достаточно четкое определение темы нового материала и выделение тех основных вопросов, в которых надлежит разобраться студентам. *Обратная связь* - Актуализация полученных знаний путем выяснения реакции участников на обсуждаемые темы.

*Практические занятия* развивают научное мышление и речь студентов, позволяют проверить их знания, в связи с чем выступают важным средством достаточно оперативной обратной связи. Для успешной подготовки к занятиям студенту невозможно ограничиться слушанием вводного материала. Требуется предварительная самостоятельная работа студентов по теме планируемого занятия. Не может быть и речи об эффективности занятий, если студенты предварительно не поработают над конспектом, учебником, учебным пособием, чтобы основательно овладеть теорией вопроса.

Интерактивное обучение обеспечивает взаимопонимание, взаимодействие, взаимообогащение. Интерактивные методики ни в коем случае не заменяют теоретический материал, но способствуют его лучшему усвоению и, что особенно важно, формируют мнения, отношения, навыки поведения. Интерактивные методы применяются на лабораторных работах. *Презентации с использованием различных вспомогательных средств с обсуждением*. Используются различные вспомогательные средств: доска, книги, слайды для компьютеров и т.п. Интерактивность обеспечивается процессом последующего обсуждения.

*Решение индивидуальных творческих заданий на персональном компьютере* составляет важную часть курса. Индивидуальная задача только тогда будет решена правильно и быстро, когда студент внимательно выслушал предварительное объяснение типовой общей задачи и получил ответы от преподавателя по всем неясным вопросам создания модели и ее программной реализации.

**Программу разработала:**

Лентяева Е.А., к.т.н., доцент

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины**  
**Б1.В.6 «Основы математического моделирования систем водоснабжения и**  
**водоотведения» ОПОП ВО по направлению**  
**20.04.02 – Природообустройство и водопользование направленность:**  
**«Цифровизация инженерных систем в АПК».**  
**(квалификация выпускника – магистр)**

Хановым Нартмиром Владимировичем, профессором кафедры гидротехнических сооружений, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, доктором технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Основы математического моделирования систем водоснабжения и водоотведения» ОПОП ВО по направлению **20.04.02 Природообустройство и водопользование направленность «Цифровизация инженерных систем в АПК»**, разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре с/х водоснабжения водоотведения, насосов и насосных станций (разработчик – Лентяева Е.А., к.т.н., доцент).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Основы математического моделирования систем водоснабжения и водоотведения» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению **20.04.02 Природообустройство и водопользование**. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления **20.04.02 Природообустройство и водопользование**, направленность «Цифровизация инженерных систем в АПК».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной Основы математического моделирования систем водоснабжения и водоотведения» закреплено 3 **компетенции**. Дисциплина «Основы математического моделирование водоснабжения и водоотведения» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Основы математического моделирования систем водоснабжения и водоотведения» составляет 3 зачётных единицы (108 часов). Практической подготовки не предусмотрено.

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам

исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Основы математического моделирования систем водоснабжения и водоотведения» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 20.04.02 «Природообустройство и водопользование» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Основы математического моделирования систем водоснабжения и водоотведения» предполагает занятия в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 20.04.02 «Природообустройство и водопользование».

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (устный опрос, решение индивидуальных и типовых задач, дискуссия), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

11. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (проблемные лекции, опросы, дискуссии, и.т.д), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений учебного цикла – Б1.В.6 ФГОС направления 20.04.02 «Природообустройство и водопользование».

12. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 3 наименований, периодическими изданиями – 0 источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 1 источник и соответствует требованиям ФГОС направления 35.03.11 «Гидромелиорация».

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Насосы и насосные станции» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Насосы и насосные станции».

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Основы математического моделирования систем водоснабжения и водоотведения» по направлению 20.04.02 Природообустройство и водопользование, направленность «Цифровизация инженерных систем в АПК», (квалификация выпускника – магистр), разработанная Лентяевой Е.А., к.т.н., доцент соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Ханов Нартмир Владимирович, профессор кафедры гидротехнических сооружений ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»,  
доктор технических наук

