

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович

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

строительства имени А.Н. Костякова

Дата подписания: 30.08.2022 12:59:28

Уникальный прозрачный ключ:

dcb6dc8315334aed86f2a7c3a0ce2cf217be1e29

**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 систем автоматизированного проектирования и инженерных расчетов

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора Института мелиорации,  
водного хозяйства и строительства

Д.М. Бенин

30.08.2022

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.О.03 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА**

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 08.04.01 – Строительство

Речные и подземные гидротехнические сооружения, Строительно-техническая экспертиза объектов недвижимости, Теория и проектирование зданий и сооружений

Курс 1

Семестр 2

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2022

Москва, 2022

Разработчик: Снежко Вера Леонидовна, доктор технических наук,  
профессор

Рецензент: Колесникова И.А., к.т.н.

«30» 08 2022г.

«30» 08 2022г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 08.04.01 – Строительство и учебного плана по данному направлению

Программа обсуждена на заседании кафедры САПР и ИР  
протокол № 1 от 30.08.2022.

Зав. кафедрой Снежко В.Л., д.т.н., профессор

«30» 08 2022

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической  
комиссии Института мелиорации, водного хозяйства и строительства  
имени А.Н. Костякова

Смирнов А.П, к.т.н., доцент  
Заведующий кафедрой гидротехнических сооружений

д.т.н., профессор Ханов Н.В.

Заведующий кафедрой инженерных конструкций

К.т.н., доцент Мареева О.В.

Отдел комплектования ЦНБ

Ефимова Я.В.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ.....</b>	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>4</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	5
ПО СЕМЕСТРАМ .....	5
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
4.3 ЛЕКЦИИ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	9
4.4 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	10
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>11</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>11</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	11
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	16
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>16</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	16
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	17
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	17
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>17</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ).....</b>	<b>17</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>18</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>19</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	20
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>20</b>

## Аннотация

### рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.03 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

для подготовки магистров по направлению 08.04.01 - Строительство, направленности: Речные и подземные гидротехнические сооружения, Строительно-техническая экспертиза объектов недвижимости, Теория и проектирование зданий и сооружений

**Целью освоения дисциплины** «Прикладная математика» является получение обучающимися теоретических знаний о методах системного анализа, построении математических моделей и реализации их в пакетах прикладных программ, оценке качества моделей и их применению в области профессиональной деятельности.

**Место дисциплины в учебном плане.** Дисциплина «Прикладная математика» включена в обязательный перечень обязательной части ФГОС ВО и реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО и Учебного плана по направлению 08.04.01 – Строительство направленность «Речные и подземные гидротехнические сооружения», «Строительно-техническая экспертиза объектов недвижимости», Теория и проектирование зданий и сооружений

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-1 (индикаторы достижения ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-1.4), ОПК-2 (индикатор достижения ОПК-2.1), ОПК-6 (индикатор достижения ОПК-6.3; ОПК-6.4).

**Краткое содержание дисциплины.** Дисциплина включает раздел «Системный анализ и оптимизация процессов» в котором изучаются методы системного анализа и оптимизации, а также методы принятия решений в условиях неопределенности; раздел «Вероятностные и детерминированные модели», в котором изучаются модели диаперсионного и регрессионного анализа и методы численного моделирования.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 3 зачетных единицы или 108 часов.

**Промежуточный контроль:** зачет во 2 семестре.

### 1. Цель освоения дисциплины

**Целью освоения дисциплины** «Прикладная математика» является получение обучающимися теоретических знаний о методах системного анализа, построении математических моделей и реализации их в пакетах прикладных программ, оценке качества моделей и их применению в области профессиональной деятельности.

Для достижения цели в курсе изучения дисциплины решаются следующие задачи: – сформировать представления об основных компонентах комплексной дисциплины «Прикладная математика»; раскрыть понятийный аппарат фундаментального и прикладного аспектов дисциплины; сформировать навыки работы в пакетах, прикладных программ, информационных системах; ознакомить с методологией эксперимента и построения эмпирических моделей.

### 2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Прикладная математика» включена в обязательный перечень ФГОС дисциплин базовой части и реализуется в соответствии с требованиями ФГОС и Учебного плана по направления 08.04.01 Строительство «Речные и подземные гидротехнические сооружения», «Строительно-техническая экспертиза объектов недвижи-

мости», Теория и проектирование зданий и сооружений. Поскольку изучение дисциплины начинается во втором семестре достаточно знание таких дисциплин «Основы научных исследований» (1 семестр) и «Организация и управление строительной деятельностью» (1 семестр). Дисциплина «Прикладная математика» может быть основой для написания разделов выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Прикладная математика» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся. Особенностью дисциплины является использование персональных компьютеров на всех занятиях и работа в прикладном программном обеспечении и государственных базах данных.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

### 4. Структура и содержание дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 108 часов. Контактная работа с преподавателем составляет 24,25 часа. В курсе предусмотрено чтение лекций и проведение практических занятий на персональном компьютере, в том числе с использованием сетевых технологий, работы в информационных системах и пакетах прикладных программ. Видами промежуточного контроля выступает зачет во 2 семестре.

#### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ и семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	Семестр 2
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>24,25</b>	<b>24,25</b>
<b>Аудиторная работа</b>		
<i>В том числе:</i>		
<i>лекции</i>	8	8
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	16	16
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25	0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>83,75</b>	<b>83,75</b>
<i>Контрольная работа (подготовка)</i>	20	20
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение материала учебников и учебных пособий, подготовка к лекциям и практическим занятиям и т.д.)</i>	54,75	54,75
<i>Подготовка к зачету (контроль)</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	зачет	

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Код и содержание индикатора достижения компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук	ОПК-1.1 Выбор фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление	Методологический инструментарий исследований	Применять системный анализ в исследованиях	Методами моделирования систем
			ОПК-1.2 Составление математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, выбор и обоснование граничных и начальных условий	Виды математических моделей	Разрабатывать математические модели процессов и систем	Навыками реализации математических моделей в прикладном программном обеспечении
			ОПК-1.3 Оценка адекватности результатов моделирования, формулирование предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности	Критерии адекватности математических моделей	Формулировать предложения по использованию результатов моделирования	Методами определения критериев проверки адекватности математических моделей
			ОПК-1.4 Применение типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности	Методы линейной и нелинейной оптимизации	Разрабатывать оптимизационные модели	Навыками реализации оптимизационных моделей на ПК
2	ОПК-2.	Способен анализировать, критически осмысливать и представлять информацию, осуществлять поиск научно-технической информации, приобретать новые знания, в том числе с помощью информационных технологий	ОПК-2.1 Сбор и систематизация научно-технической информации о рассматриваемом объекте, в т.ч. с использованием информационных технологий	Информационные системы и базы данных отраслевой информации	Формировать поисковые запросы	Методами систематизации информации
	ОПК-6	Способен осуществлять исследования объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства	ОПК-6.3 Составление программы для проведения исследований, определение потребности в ресурсах	Принципы оптимального распределения ресурсов	Разрабатывать модели оптимального распределения ограниченных ресурсов	Реализовывать модели распределения ресурсов на ПК
			ОПК-6.4 Составление плана исследования с помощью методов факторного анализа	Основы факторного анализа	Планировать эксперимент	Обрабатывать экспериментальные данные

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа			Внеауди- торная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
<b>Раздел I. Системный анализ и оптимизация процессов</b>					
Тема 1. Системный анализ	13	1	2		10
Тема 2. Модели принятия решений в условиях определенности и неопределенности	45	3	6		36
<b>Раздел II. Вероятностные и детерминированные модели</b>					
Тема 1 Дисперсионный и регрессионный анализ	18	2	6		10
Тема 2. Численное моделирование	22,75	2	2		18,75
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25			0,25	
Подготовка к зачету	9				9
<b>Всего за 2 семестр</b>	<b>108</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>0,25</b>	<b>83,75</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>180</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>0,25</b>	<b>83,75</b>

#### Раздел I. Системный анализ и оптимизация процессов

##### Тема 1. Системный анализ

*Лекция 1. Системный подход в исследованиях.* Методологический и прикладной инструментарий исследований. Причинно-следственный подход, системный подход, ситуационный подход, процессный подход. Системный анализ как метод системного подхода. Понятие системы согласно ИСО 9000:2000. Принципы исследования систем. Структурирование, системность и идентификация, абстракция и формализация. Системный подход как методология специального научного познания. Системный анализ. Классы систем. Основные свойства системы: целенаправленность, сложность, делимость, целостность, многообразие элементов и различие их природы, структурированность. Градация систем по сложности и масштабу. Понятие среды. Процесс взаимодействия среды и системы.

*Практическое занятие 1. Классификация систем.* 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 между системой и средой. Взаимосвязь среды и системы. Поведение системы. Параметры состояния. примеры. Свойства системы, выражаемые в числовых характеристиках. Задачи по определению системы и среды, степени детализации элементов системы. Детализация (в том числе на примерах) свойств системы: равновесие, устойчивость, эффективность, надежность, адаптация, самоорганизация, жизнеспособность. Моделирование открытых систем в прикладных пакетах. Методология моделирования открытых информационных систем ARIS. Требования к аппаратному обеспечению. Интерфейс и возможности программы. Возможности имитационного моделирования.

## Тема 2. Модели принятия решений в условиях определенности и неопределенности

*Лекция 2. Математические модели исследования систем.* Принципы исследования систем. Структурирование, системность и идентификация, абстракция и формализация. Понятие модели и общие классы моделей (изоморфные, полиморфные). Симбиоз моделей (структурные, кибернетические). Построение обобщенной модели как основная процедура системного анализа. Проверка адекватности моделей, анализ неопределенности и чувствительности. Классификация математических моделей и этапы их разработки. Цели математического моделирования и требования к моделям. Этапы математического моделирования. Виды математических моделей по форме представления, характеру модели. Достоинства и недостатки теоретических и эмпирических моделей.

*Практическое занятие 2. Модели оптимизации.* Математическая модель принятия решений как совокупность реализационной и оценочной структур. Линейные модели принятия решений в условиях определенности при наличии ограничений. Модель распределения ограниченных ресурсов. Транспортные задачи. Модели управления запасами.

*Лекция 3. Теоретико-игровые модели.* Классификация игр. Антагонистические и неантагонистические игры. Бескоалиционные игры. Теорема фон Неймана. Бескоалиционные игры двух лиц с нулевой суммой. Сведение игры к задаче линейного программирования.

*Практическое занятие 3. Бескоалиционные игры.* Анализ платежных матриц. Определение минимакса, максимина. Поиск седловой точки, верхней и нижней цены игры. Решение игры в смешанных стратегиях. Реализация моделей в электронных таблицах.

*Практическое занятие 4. Экспертные методы принятия решений.* Индивидуальная и групповая экспертиза. Выбор экспертов при проведении экспертизы. Эвристические методы, основанные на законах логики. Субъективный метод оценок с выдвижением гипотез. Эвристические методы анализа. Аналитический иерархический процесс. Метод попарного сравнения. Коэффициенты согласованности экспертов. Матрицы попарных сравнений.

## **Раздел II. Вероятностные и детерминированные модели**

### Тема 1 Дисперсионный и регрессионный анализ

*Лекция 4. Дисперсионный и регрессионный анализ.* Основы факторного анализа. Аналитическая статистика выборок. Цели дисперсионного анализа и используемые критерии. регрессионный анализ. Парная и множественная регрессия. Определение коэффициентов регрессии и статистические оценки качества уравнений. Прогнозы.

*Практическое занятие 5. Обработка экспериментальных данных.* Описательная статистика выборочных данных. Вычисление точечных и интервальных характеристик. Построение доверительных интервалов для среднего при заданной вероятности.

*Практическое занятие 6. Основы факторного анализа.* Работа с пакетом «Анализ данных». Одно- и двухфакторный дисперсионный анализ. Проверка гипотез о равенстве средних и дисперсий двух нормальных генеральных совокупностей. Статистическая зависимость случайных переменных.

*Практическое занятие 7. Регрессионный анализ.* Построение уравнений парной и множественной регрессии. Проверка качества уравнения. Проверка приемлемости метода наименьших квадратов. Прогнозы по регрессионной модели и их качество.

### Тема 2. Численное моделирование



*Лекция 5. Численное решение систем дифференциальных уравнений. Анализ детерминированных систем с помощью дифференциальных уравнений или их систем. Возможности аналитических методов решения. Устойчивость решений. Численные методы решений: метод последовательных приближений, метод конечных разностей, метод конечного элемента. Сходимость и устойчивость численных методов.*

*Практическое занятие 8. Прикладное программное обеспечение для реализации математических моделей. Обзор возможностей пакетов математического моделирования MathCad и ANSYS Mechanical. Специализированные пакеты STAR-CCM+, COMSOL Multiphysics, FLOW-3D.*

### 4.3 Лекции и практические занятия

Таблица 4.

#### Содержание лекций и практических занятий

№ п/п	№ и наименование разделов, тем	№ и название лекции и практического занятия	Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. Системный анализ и оптимизация процессов</b>				<b>12</b>
	Тема 1. Системный анализ	Л 1. Системный подход в исследованиях	ОПК-1 (ОПК-1.1)		1
		ПЗ 1 Классификация систем.	ОПК-1 (ОПК-1.1)	Устный опрос Дискуссия Решение инд. задач	2
	Тема 2. Модели принятия решений в условиях определенности и неопределенности	Л 2. Математические модели исследования систем	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.4)		1
		ПЗ 2. Модели оптимизации	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.4), ОПК-6 (ОПК-6.3)	Устный опрос Решение типовых задач Решение инд. задач	3
		Л 3. Теоретико-игровые модели	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.4)		2
		ПЗ 3. Бескоалиционные игры	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.4)	Решение типовых задач	1
ПЗ 4. Экспертные методы принятия решений.		ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3)	Решение типовых задач	2	
2.	<b>Раздел II. Вероятностные и детерминированные модели</b>				<b>12</b>
	Тема 1 Дисперсионный и регрессионный анализ	Л 4. Дисперсионный и регрессионный анализ.	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3), ОПК-2 (ОПК-2.1) ОПК-6 (ОПК-6.4)		2
		ПЗ 5. Обработка экспериментальных данных.	ОПК-1 (ОПК-1.2), ОПК-2 (ОПК-2.1) ОПК-6 (ОПК-6.4)	Устный опрос Дискуссия Решение инд. задач	2

№ п/п	№ и наименование разделов, тем	№ и название лекции и практического занятия	Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		ПЗ 6. Основы факторного анализа.	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3), ОПК-2 (ОПК-2.1) ОПК-6 (ОПК-6.4)	Устный опрос Решение типовых задач	2
		ПЗ 7. Регрессионный анализ.	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3), ОПК-2 ОПК-2.1)	Контрольная работа	2
	Тема 2. Численное моделирование	Л 5. Численное решение систем дифференциальных уравнений.	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3)		2
		ПЗ 8. Прикладное программное обеспечение для реализации математических моделей	ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3)	Устный опрос	2

#### 4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

##### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел I. Системный анализ и оптимизация процессов</b>		
1	Тема 1. Системный анализ	Системный анализ как метод системного подхода. Понятие системы согласно ИСО 9000:2000. . Входные и выходные связи. Расширенная классификация систем (простые/сложные, закрытые/открытые, рефлекторные/рефлексивные, детерминированные/вероятностные, статические/динамические, дискретные/непрерывные). ОПК-1 (ОПК-1.1)
2	Тема 2. Модели принятия решений в условиях определенности и неопределенности	Достоинства и недостатки теоретических и эмпирических моделей. Математическая модель принятия решений как совокупность реализационной и оценочной структур. Индивидуальная и групповая экспертиза. Выбор экспертов при проведении экспертизы. ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4) ОПК-6 (ОПК-6.3)
<b>Раздел II. Вероятностные и детерминированные модели</b>		
3	Тема 1 Дисперсионный и регрессионный анализ	Корреляция и ковариация. Статистическая значимость коэффициента корреляции. Виды корреляции. Метод наименьших квадратов. Гетероскедастичность остатков. Проблемы мультиколлинеарности в моделях множественной регрессии. ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3), ОПК-2 (ОПК-2.1), ОПК-6 (ОПК-6.4)
4	Тема 2. Численное моделирование	Анализ детерминированных систем с помощью дифференциальных уравнений или их систем. Метод конечных элементов. Метод конечных разностей. ОПК-1 (ОПК-1.2, ОПК-1.3)

## 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	Системный анализ	Л ПЗ	Презентация (информационно-коммуникационное обучение). Проблемное обучение (дискуссия, решение инд.задач)
2	Модели принятия решений в условиях определенности и неопределенности	Л ПЗ	Презентация (информационно-коммуникационное обучение). Проблемное обучение (дискуссия, решение инд.задач)
3	Дисперсионный и регрессионный анализ	Л ПЗ	Презентация (информационно-коммуникационное обучение). Проблемное обучение (дискуссия, решение инд.задач)
4	Численное моделирование	Л ПЗ	Презентация (информационно-коммуникационное обучение). Контекстное обучение.

## 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 устного опроса

##### Раздел I. Системный анализ и оптимизация процессов

##### Тема 1. Системный анализ

- Перечислить свойства системы и привести примеры
- Принцип эквивалентности и его особенности
- Сущность системного подхода в исследованиях.
- Расширенная классификация систем.
- Принципы исследования систем.
- Иерархия целей системы.
- Сущность системного подхода.
- Методология системного анализа и его цели.

##### Раздел I. Системный анализ и оптимизация процессов

##### Тема 2. Модели принятия решений в условиях определенности и неопределенности

- Классы моделей в исследованиях.
- Перечислить цели математического моделирования.
- Основные требования к математическим моделям.
- Этапы математического моделирования.
- Виды математических моделей по форме представления.
- Виды моделей по характеру модели.

## Раздел II. Вероятностные и детерминированные модели

### Тема 1 Дисперсионный и регрессионный анализ

- Законы распределения случайных величин.
- Описательная статистика случайных величин.
- Вычисление абсолютных частот.
- Вычисление относительных частот.
- Виды стохастических моделей управления запасами.
- Особенности параметрических критериев проверки гипотез
- Критерий хи-квадрат
- Особенности непараметрических критериев проверки гипотез
- Сравнение выборок с помощью критерия Стьюдента.
- Особенности эмпирических исследований.
- Понятие тестирования, примеры.
- Достоинства и недостатки теоретических моделей.
- Достоинства и недостатки эмпирических моделей.

## Раздел II. Вероятностные и детерминированные модели

### Тема 2. Численное моделирование

- Пример линейного уравнения в частных производных
- Пример линейного обыкновенного дифференциального уравнения
- Как задаются граничные условия
- Что такое система координатных функций
- Что такое краевая и смешанная задача.
- Что такое разностная схема.
- Что такое сетка.
- Понятие сеточной функции.
- Что такое шаблон разностного оператора.
- Конечно-разностные аналоги производных.
- Основные возможности пакета MathCad.
- Основные возможности пакета AnSYS.
- Основные возможности пакета STAR-CCM+
- Основные возможности пакета FLOW-3D.

### ***Примеры типовых задач***

## Раздел I. Системный анализ и оптимизация процессов

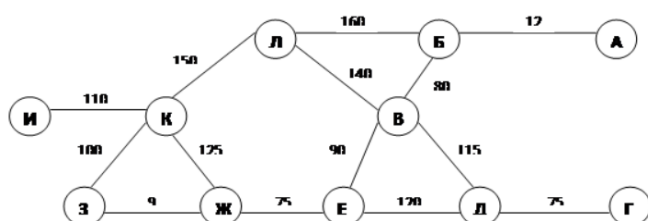
### Тема 2. Модели принятия решений в условиях определенности и неопределенности

*Задача 1.* Составить математическую модель, реализовать ее на ПК и разработать оптимальный план производства. Завод производит 2 типа продукции, использует при этом 3 вида ресурсов. Объем склада готовой продукции 60 тонн.

Найти такой план выпуска продукции, при котором прибыль предприятия будет максимальной.

Показатель	Расход на 1 т продукции А	Расход на 1 т продукции В	Ежемесячный запас сырья, т
Сырье 1, т	0,6	1,1	60
Сырье 2, т	0,8	0,9	40
Сырье 3, т	0,3	0,8	30
Прибыль от продаж 1 т тыс.руб	3000	3900	-

**Задача 2.** Для поставщиков (пункты погрузки) и потребителей однородных грузов (пункты разгрузки) известно количество грузов, имеющихся у поставщиков и объемы поставок потребителям. Определены кратчайшие расстояния между пунктами транспортной сети. Составить оптимальный план перевозок.



**Задача 3.** Решить игру в смешанных стратегиях при заданной платежной матрице

	b1	b2	b3	b4
a1	4	3	2	-5
a2	-2	5	-1	4
a3	-3	2	-3	6

**Задача 4.** Определить согласованность мнений экспертов в методе парных сравнений сложности реализации моделей в пакетах численного моделирования

	STAR-CCM+	FLOW-3D	AnSYS
STAR-CCM+	1	1	5
FLOW-3D	1	1	5
AnSYS	0,2	0,2	1

## Раздел II. Вероятностные и детерминированные модели

### Тема 1 Дисперсионный и регрессионный анализ

**Задача 5.** t-критерий Стьюдента для зависимых выборок. Трубопровод имеет 11 ремонтных участков. Количество аварийных выездов за год до санации трубопровода и через год после ее проведения приведено в таблице. Различаются ли число аварийных выездов до и после санации?

1	25	22
2	23	25
...	...	...
11	20	20

**Задача 6.** Проверить воспроизводимость опытов по критерию Бартлетта

№ серии опытов	1 опыт	2 опыт	3 опыт	4 опыт
1	85,2	83,8	86,4	

2	92,7	90,5	89,8	93,4
3	76,4	74,3	77,9	

### ***Примеры задач для контрольной работы***

Контрольная выполняется по индивидуальным заданиям на персональном компьютере по вариантам. Отчетом по работе является расчетный файл, предоставленный на проверку преподавателю. Для приведенных статистических данных построить уравнение парной регрессии и выполнить статистический анализ его качества, включая проверку правомерности применения метода наименьших квадратов.

X	X1	X2	...	Xn
Y	Y1	Y2	...	Yn

### ***Вопросы к дискуссии***

#### Раздел I. Системный анализ и оптимизация процессов

##### Тема 1. Системный анализ

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. Вероятностные и детерминированные модели

##### Тема 1 Дисперсионный и регрессионный анализ

Какие методы отбора лучше применять для исследований: водопотребления жилого или промышленного района, показателей качества воды в водно-источнике, спроса на бутылированную чистую воду?

### ***Примеры индивидуальных задач***

#### Раздел I. Системный анализ и оптимизация процессов

Тема 1. Системный анализ 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.

#### Раздел I. Системный анализ и оптимизация процессов

Тема 2. Модели принятия решений в условиях определенности и неопределенности

Сформировать с помощью генератора случайных чисел выборку спроса с распределением Пуассона при заданном параметре  $\lambda$  и случайном рассеивании  $a$ . Для заданных издержек хранения  $B$  (руб/день за ед.) и издержек дефицита  $H$  (руб/день за ед.) найти оптимальный объем запаса по интегральной кривой спроса и функции плотности убытков.

## Раздел II. Вероятностные и детерминированные модели

### Тема 1 Дисперсионный и регрессионный анализ

На официальном сайте Росстата найти данные за несколько лет, выполнить описательную статистику и построить гистограмму следующего показателя:

№	Статистический показатель
1	Жилищные условия в РФ. Весь ветхий и аварийный жилищный фонд, млн. м <sup>2</sup>
..	...
16	данные по распределению действующих строительных организаций по численности работников и формам собственности «Динамика доли частных предприятий Московской области в объеме строительства»

### **Примерный перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет) по итогам освоения дисциплины «Прикладная математика»**

1. Линейные модели принятия решений при наличии ограничений.
2. Теория игр. Основные понятия.
3. Классификация игр. Примеры.
4. Анализ платежных матриц. Смешанные стратегии.
5. Бескоалиционная игра двух игроков с нулевой суммой.
6. Методы поиска седловых точек. Возможные варианты решения игры.
7. Понятие дисперсионного анализа.
8. Область применения однофакторного дисперсионного анализа.
9. Область применения и использование двухфакторного дисперсионного анализа без повторений.
10. Область применения и использование двухфакторного дисперсионного анализа с повторениями.
11. Парный двухвыборочный t-тест для средних.
12. Двухвыборочный t-тест с одинаковыми дисперсиями.
13. Двухвыборочный t-тест с различными дисперсиями.
14. Модель парной регрессии и требования к ее построению.
15. Точечные оценки выборки
16. Интервальное оценивание. Доверительный интервал и доверительная вероятность для среднего значения.
17. Вычисление коэффициентов корреляции Пирсона.
18. Проверка статистической значимости коэффициента корреляции Пирсона
19. Модель парной линейной регрессии
20. Требования к построению модели парной линейной регрессии
21. Оценка параметров уравнения парной линейной регрессии.
22. Сущность метода наименьших квадратов.
23. Гомоскедастичность и гетероскедастичность остатков в модели ли-

- нейной регрессии.
24. Автокорреляция в модели линейной регрессии.
  25. Интервалы прогноза по линейному уравнению регрессии.
  26. Нелинейные регрессионные уравнения.
  27. Линеализация в нелинейных регрессиях.
  28. Отбор факторных признаков при построении множественной регрессии.
  29. Задачи множественного корреляционно-регрессионного анализа.
  30. Понятие мультиколлинеарности и способы ее устранения.
  31. Методы экспертного оценивания.
  32. Метод попарного сравнения.

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

Для контроля успеваемости используется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов: должны быть представлены критерии выставления оценок по системе «зачет», «незачет».

### **Критерии оценивания результатов обучения**

Таблица 7

<b>Критерии оценивания на зачете</b>	<b>Зачет</b>
заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.	зачет
заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.	
заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.	
заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.	незачет

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1 Основная литература**

1. Голубева Н.В. Математическое моделирование систем и процессов. Учебное пособие. М.: Изд-во Лань, 2016, 192 с. Электронный ресурс. Доступ из ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/book/76825?category=916&publisher=905>
2. Снежко В.Л. Современные способы обработки данных гидравлического эксперимента : Монография / Снежко Вера Леонидовна . – М. : РГАУ-МСХА, 2015. 140 с. ( 5 экз., полнотекстовая электронная версия



доступна на сайте библиотеки РГАУ-МСХА  
<http://library.timacad.ru/elektronnyy-katalog>).

## 7.2 Дополнительная литература

1. Воскобойникова Ю.Е. Эконометрика в Excel: парные и множественные регрессионные модели. Учебное пособие. М.: Изд-во Лань, 2018, 260 с. Электронный ресурс. Доступ из ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/book/108319?category=916&publisher=905>
2. Павловский В.А., Никущенко Д.В. Вычислительная гидродинамика. Теоретические основы. Изд-во Лань, 2018, 308 с. Электронный ресурс. Доступ из ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/book/103064?category=916&publisher=905>
3. Голышев А. И. Расчет балок на упругом основании с применением ЭВМ : Учебно-методическое пособие / Александр Иванович Голышев . – 2-е изд., перераб. и доп. – М : МГУП, 2007 . – 41 с. (24 экз.)

## 7.3 Нормативные правовые акты

1. 149-ФЗ Об информации, информационных технологиях и о защите информации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (Доступ свободный)

## 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 электронной научной библиотеки <https://elibrary.ru/> (доступ свободный)
3. Официальный сайт службы Государственной статистики Российской Федерации <http://gks.ru> (открытый доступ)
4. Официальный сайт разработчика Ansys <https://www.ansys.com/> (открытый доступ)
5. Официальный сайт разработчика STAR CCM+ <https://www.plm.automation.siemens.com/global/ru/products/simcenter/STAR-CCM.html> (доступ свободный)

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Проведение занятий осуществляется 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	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
-------	------------------------------	------------------------	---------------	-------	----------------

	<b>дисциплины (модуля)</b>				
1	Все разделы	Power Point	обучающая	Microsoft	2007 и позднее
2	Все разделы	MS Office	расчетная	Microsoft	2007 и позднее
3	Все разделы	Internet Explorer	поисковая	Microsoft	2007 и позднее

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

Таблица 9

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

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
1	2
№29 (ул. Большая Академическая, дом 44, стр. 3), ауд. 210. учебная лаборатория, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы	Персональный компьютер 12 шт. (Инв. № 210134000001109; 210134000001110; 210134000001111; 210134000001112; 210134000001113; 10134000001114; 210134000001115; 210134000001116; 10134000001117; 210134000001118; 210134000001119; 210134000001120)
№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. № 210134000001134; 210134000001192; 210134000001193; 210134000001194; 210134000001195; 210134000001196; 210134000001197; 410134000000590; 210134000001181; 210134000001182; 210134000001183; 210134000001184; 210134000001185; 210134000001186; 210134000001187; 210134000001188; 210134000001189; 10134000001190; 210134000001191; 210134000001168; 10134000001169; 210134000001170; 210134000001171; 10134000001172; 210134000001173; 210134000001174; 10134000001175; 210134000001176; 210134000001177; 10134000001178; 210134000001179;

	210134000001180) CNet Switch CNSN-1600 2 шт (Инв. № 410134000000196; 410134000000196)
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 студентам по освоению дисциплины

Обучение по дисциплине «Прикладная математика» дает знания о методах системного анализа, построении математических моделей и реализации их в пакетах прикладных программ, оценке качества моделей и их применению в области профессиональной деятельности. учит поиску источников и оценке необходимой для этого информации, современным методикам прикладных исследований, анализу, интерпретации и оценке полученных результатов. Обучение предполагает изучение содержания учебной дисциплины на аудиторных занятиях (лекциях и практических занятиях), активно-творческую самостоятельную работу студентов в часы, отведенные на самостоятельную работу в период изучения курса.

Активно-творческий подход к работе с учебным материалом на лекциях и практических занятиях обусловлен качеством 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 на практических занятиях, 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 «Прикладная математика» являются: самостоятельное углубленное изучение разделов учебной дисциплины с помощью рекомендованной литературы, интернет-ресурсов, повторение и доработка изложенного на занятиях материала, сбор исходных данных для статистического анализа дома в глобальной сети, повтор решаемых задач дома, самостоятельную работу с программным обеспечением, подготовку к контрольной работе и подготовку к зачету.

**Подготовка к зачету.** К зачету необходимо готовится целенаправленно, регулярно, систематически и с первых дней обучения по данной дисциплине. Попытка освоить дисциплину в период непосредственной подготовки к зачету как правило, бывает мало продуктивной и неэффективной. В самом начале изучения учебной дисциплины познакомьтесь со следующей учебно-методической документацией: программой по учебной дисциплине «Прикладная математика»; 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 лекций и практических занятий и типами решаемых

прикладных задач; организацией контрольных мероприятий по проверке текущей успеваемости; рекомендованной литературой и интернет-ресурсами; перечнем вопросов по подготовке к зачету. Это позволит сформировать четкое представление об объеме и характере знаний и умений, которыми надо будет овладеть по дисциплине. Систематическое выполнение учебной работы на лабораторных занятиях позволит успешно освоить дисциплину и создать хорошую базу для сдачи зачета.

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

Студент, пропустивший занятия, обязан принести конспект по пропущенной лекции или практическому занятию.

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

Занятия по дисциплине проводятся в следующих формах: лекции и практические занятия. Важным моментом при объяснении теоретического материала к практическому занятию 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.

*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 лабораторным 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 лекционный материал, но способствуют его лучшему усвоению и, что особенно важно, формируют мнения, отношения, навыки поведения. Интерактивные методы применяются как на лекциях, так и на практических занятиях.

*Презентации с использованием различных вспомогательных средств с обсуждением.* Используются различные вспомогательные средств: доска,

книги, видео, слайды для компьютеров и т.п. Интерактивность обеспечивается процессом последующего обсуждения.

*Обратная связь* - Актуализация полученных на лекции знаний путем выяснения реакции участников на обсуждаемые темы.

*Дискуссия* от латинского «discussion» (рассмотрение, исследование): способ организации совместной деятельности с целью интенсификации процесса принятия решения в группе; метод активного обучения, основанный на публичном обсуждении проблемы, цель которого выяснение и сопоставление различных точек зрения, нахождение правильного решения спорного вопроса.

**Программу разработала:**  
Снежко Вера Леонидовна,  
Доктор технических наук, профессор

