

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»

Арзамасский филиал

Факультет естественных и математических наук

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол № 6 от 31.05.2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

*(наименование дисциплины)*

Уровень высшего образования  
бакалавриат

*(бакалавриат / магистратура / специалитет)*

Направление подготовки / специальность

09.03.03 Прикладная информатика

*(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)*

Направленность образовательной программы  
Системное и прикладное программирование

*(указывается профиль / магистерская программа / специализация)*

Форма обучения

Очная/очно-заочная/заочная

*(очная / очно-заочная / заочная)*

Год начала подготовки 2020

Арзамас  
2023 год

## 1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина Б1.В.06 «Математическое и имитационное моделирование» относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, направленность(профиль) Системное и прикладное программирование.

Дисциплина предназначена для освоения студентами очной/очно-заочной/заочной формы обучения в 6 семестре/6 семестре/3 курсе.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине (дескрипторы компетенции)	
<b>УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</b>	УК-2.1. Демонстрирует знание необходимых для осуществления профессиональной деятельности правовых норм.	<i>Знать</i> фундаментальные основы теории моделирования информационных систем и протекающих в них процессов <i>Уметь</i> применять международные и профессиональные стандарты в области информационных технологий <i>Владеть</i> принципами построения моделей информационных процессов	<i>Тестирование Вопросы для устного опроса</i>
	УК-2.2. Демонстрирует умение определять круг задач в рамках избранных видов профессиональной деятельности, рационально планировать свою деятельность с учетом имеющихся ресурсов и существующих ограничений.	<i>Знать</i> методики разработки компьютерных моделей <i>Уметь</i> применять математический аппарат, фундаментальные концепции и системные методологии <i>Владеть</i> навыками использования основных классов моделей и методов моделирования	<i>Учебно-исследовательские реферативные работы</i>
	УК-2.3. Демонстрирует наличие практического опыта применения нормативной базы и решения задач в области избранных видов профессиональной деятельности.	<i>Знать</i> основы применения нормативной базы и решения задач в области избранных видов профессиональной деятельности. <i>Уметь</i> использовать современные инструментальные и вычислительные средства (в соответствии с профилем подготовки) <i>Владеть</i> навыками использования методов формализации, алгоритмизации и реализации моделей с помощью современных компьютерных средств	<i>Контрольные задания по теоретическим основам дисциплины</i>
<b>ПК-9 Способность моделировать прикладные процессы и предметную область</b>	ПК-9.1. Демонстрирует знание методических основ моделирования процессов и объектов предметной области.	<i>Знать</i> теоретические основы математического и компьютерного моделирования информационных систем; <i>Уметь</i> применять теоретические основы математического и компьютерного моделирования информационных систем;	<i>Тестирование Вопросы для устного опроса</i>

		<i>Владеть</i> навыками применять теоретические основы математического и компьютерного моделирования информационных систем;	
	ПК-9.2. Демонстрирует умение применения знаний к моделированию прикладных процессов и объектов предметной области при разработке программного обеспечения ИС.	<i>Знать</i> основы моделирования прикладных процессов и объектов предметной области при разработке программного обеспечения ИС <i>Уметь</i> реализовывать построение моделей систем различного класса с использованием инструментальных средств типа NS-2, xcos, CPNTools, GPSS и др <i>Владеть</i> навыками проведения вычислительных экспериментов с использованием техники имитационного моделирования,	<i>Учебно-исследовательские реферативные работы</i>
	ПК-9.3. Имеет практический опыт моделирования процессов и объектов на примере конкретной предметной области.	<i>Знать</i> основы моделирования процессов и объектов на примере конкретной предметной области <i>Уметь</i> применять основы моделирования процессов и объектов на примере конкретной предметной области <i>Владеть</i> навыками планирования проведения экспериментов и обработки их результатов	<i>Контрольные задания по теоретическим основам дисциплины</i>

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Трудоемкость	очная форма обучения		заочная форма обучения
<b>Общая трудоемкость</b>	4 з.е.	4 з.е.	4 з.е.
часов по учебному плану, из них	144		
<b>Контактная работа</b> , в том числе: аудиторные занятия:			
– занятия лекционного типа	18	8	6
– занятия семинарского типа	36	8	8
контроль самостоятельной работы	2	2	2
<b>Промежуточная аттестация</b> Экзамен	36	36	9
<b>Самостоятельная работа</b>	52	90	119

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов (Р) или тем (Т) дисциплины (модуля),  Форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы, в период	
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (в т.ч. текущий контроль успеваемости)	Контроль самостоятельной работы	промежуточной аттестации (контроля)	теоретического обучения

							семинары, практические занятия			лабораторные работы											
	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная			
Тема 1. Основные понятия и принципы моделирования систем. Классификация моделей	10	12	14	2	2	1				4							4	10	13		
Тема 2. Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем	12	12	14	2	2	1				4	1						6	10	13		
Тема 3. Модели простых систем	12	12	15	2	2					4	1						6	10	14		
Тема 4. Сетевые модели и модели динамического программирования	12	12	15	2	2	1				4	1						6	10	13		
Тема 5. Модели линейного программирования	12	10	15	2						4	1						6	10	13		
Тема 6. Модели теории игр и марковские модели случайных процессов	12	12	15	2						4	2	1					6	10	14		
Тема 7. Модели массового обслуживания	12	12	15	2		1				4	2	1					6	10	13		
Тема 8. Имитационное моделирование систем	12	12	15	2		1				4	2	1					6	10	13		
Тема 9. Обработка и анализ результатов моделирования систем	14	12	15	2		1				4	2	1					6	10	13		
В том числе текущий контроль	2	2	2										2	2	2						
<b>Экзамен</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>9</b>													<b>36</b>	<b>36</b>	<b>9</b>			
<b>ИТОГО</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>6</b>				<b>36</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>9</b>	<b>52</b>	<b>90</b>	<b>119</b>

***Тема 1. Основные понятия и принципы моделирования систем. Классификация моделей.***

Принципы системного подхода в моделировании систем. Системность, как общее свойство окружающего мира. Определение системы. Большие и малые системы.

Моделирование, как метод научного познания. Методологическая основа моделирования. Гипотезы и аналогии. Модель и моделирование. Функции модели. Модели состава и структуры системы.

Классификация моделей. Исторический модельный ряд (физические, масштабные, аналоговые модели, управленческие игры, моделирование на ЭВМ, математические модели). Виды моделирования систем.

***Тема 2. Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем.***

Характеристики и поведение систем. Изменчивость, наличие окружающей среды, противинтуитивное поведение, тенденция к ухудшению характеристик, взаимозависимость, организация. Описание системы. План проведения исследования системы.

Математические схемы моделирования систем. Общие подходы к построению математических моделей систем. Методика разработки и машинной реализации моделей системы. Методологические аспекты моделирования. Требования к модели. Этапы моделирования систем.

Построение концептуальных моделей систем и их формализация. Переход от описания к блочной модели. Подэтапы первого этапа моделирования: постановка и анализ задачи моделирования системы; требования к исходной информации и организации ее сбора; гипотезы и предположения; параметры и переменные модели; основное содержание модели; критерии оценки эффективности; процедуры аппроксимации; концептуальная модель системы и ее достоверность; техническая документация.

Алгоритмизация моделей систем и их машинная реализация.

логическая схема модели; математические соотношения, достоверность модели системы; выбор инструментальных средств моделирования; план работ по программированию; спецификация и построение плана программы; верификация и проверка достоверности схемы программы; программирование; проверка достоверности программы; техническая документация.

Получение и интерпретация результатов моделирования систем. Подэтапы третьего этапа моделирования: планирование машинного эксперимента с моделью; требования к вычислительным средствам; рабочие расчеты; анализ результатов моделирования; представление результатов; интерпретация результатов; подведение итогов моделирования и выдача рекомендаций; техническая документация.

### ***Тема 3. Модели простых систем.***

Непрерывно–детерминированные модели. Модели, описываемые обыкновенными дифференциальными уравнениями.

Задача Коши (с начальными условиями). Численные методы реализации – метод Рунге - Кутты и его модификации.

Задача с граничными условиями (краевая задача). Численная реализация метода конечных разностей (неявная схема).

Модели, сводящиеся к дифференциальным уравнениям в частных производных. Задача Коши (уравнение теплопроводности). Численная реализация методом конечных разностей (явная схема).

Непрерывно–стохастические модели. Регрессионные зависимости, полученные по результатам «пассивного» эксперимента. Метод наименьших квадратов.

Регрессивные зависимости, полученные по результатам «активного» эксперимента. Планирование и обработка результатов «активного» эксперимента.

### ***Тема 4. Сетевые модели и модели динамического программирования.***

Задача планирования комплекса работ. Учитываемые элементы. Решаемые вопросы. Структурная таблица. Ранжирование работ. Упорядоченная структурная таблица.

Сетевой график комплекса работ. Структурно–временная таблица. Сетевой график. Временной сетевой график. Критические не критические работы. Критические и не критические дуги. Критический путь.

Алгоритм решения задачи сетевого планирования. Математическая формализация системы связей. Оптимизация плана комплекса работ; перераспределение ресурсов; перераспределение времени выполнения работ.

Модели динамического программирования. Общая постановка задачи динамического программирования. Стандартная схема решения задачи.

### ***Тема 5. Модели линейного программирования.***

Модели линейного программирования. Общая задача линейного программирования. Основная задача линейного программирования (ОЗЛП). Каноническая форма записи ОЗЛП. Геометрическая интерпретация ОЗЛП. Симплекс – метод решения задачи линейного программирования.

Транспортная задача линейного программирования. Нахождение опорного плана. Улучшение плана перевозок. Метод потенциалов.

### ***Тема 6. Модели теории игр и марковские модели случайных процессов.***

Марковские модели случайных процессов. Определение марковского процесса. Процесс с дискретными составляющими. Марковская цепь. Вероятности состояний. Переходные веро-

ятности. Случайные процессы с дискретным и непрерывным временем. Процесс «гибели и размножения». Циклический процесс.

Игровые модели обоснования решений. Задачи теории игр и статистических решений. Предмет теории игр. Основные понятия. Платежная матрица. Нижняя и верхняя цена игр. Границы минимакса.

Элементы теории статистических решений в условиях определенности.

#### ***Тема 7. Модели массового обслуживания.***

Задачи теории массового обслуживания. Основные понятия и определения. Предмет теории массового обслуживания. Классификация систем массового обслуживания (СМО). Характеристики эффективности обслуживания.

Статистическое моделирование систем массового обслуживания. Блочный принцип построенных сложных систем. Основные, базовые модели СМО и алгоритмы их численной реализации на ЭВМ: однофазных, одноканальных СМО без приоритетов; однофазных, одноканальных СМО с приоритетами; однофазных, многоканальных СМО с приоритетами; однофазных, многоканальных СМО с приоритетами.

Математическая обработка результатов статистического имитационного моделирования СМО. Оценка эффективности обслуживания заявок и эффективности работы каналов. Оптимизация СМО.

#### ***Тема 8. Имитационное моделирование систем.***

Стратегическое планирование машинных экспериментов по имитационному моделированию. Значение планирования. Различия между физическими экспериментами и экспериментами на ЭВМ. Цель планирования эксперимента. Метод планирования. Структурная модель. Функциональная модель. Факторный анализ. Вычисление оптимальных условий.

Тактическое планирование имитационного моделирования систем. Проблема флуктуации. Начальные условия и равновесия. Определение размера выборки. Оценивание среднего значения, совокупности. Автокоррелированные данные. Использование правил автоматической остановки. Методы уменьшенных дисперсий. Стратифицированные выборки. Метод коррелированных выборок. Использование методов уменьшения дисперсий.

Языковые и инструментальные средства реализации имитационного моделирования сложных систем.

#### ***Тема 9. Обработка и анализ результатов моделирования систем.***

Особенности фиксации и статистической обработки результатов моделирования систем на ЭВМ. Особенности машинных экспериментов. Методы оценки. Статистические методы обработки. Задачи обработки результатов моделирования. Проверка статистических гипотез с использованием критериев согласия (Стьюдента, Кохрена, Фишера, Пирсона).

Анализ и интерпретация результатов машинного моделирования. Корреляционный анализ результатов моделирования. Дисперсионный анализ результатов моделирования. Регрессионный анализ результатов моделирования.

Количественная оценка эффективности функционирования сложной системы (определение системы показателей качества, выбор и обоснование обобщенного критерия качества). Алгоритм оценки показателей качества и численной реализации на ЭВМ обобщенного критерия.

### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа является важнейшей составной частью учебного процесса и обязанностью каждого студента.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный курс Математическое и имитационное моделирование, <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=7969>, созданный в системе электронного обучения ННГУ - <https://e-learning.unn.ru/>.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Математическое и имитационное моделирование» осуществляется в следующих видах: работа с основной и дополнительной литературой, учебно-исследовательские реферативные работы, самостоятельное изучение отдельных тем (вопросов), в соответствии со структурой дисциплины по учебной и специальной лите-

ратуре, решение упражнений (стандартных задач) по образцу и инвариантных (нестандартных) упражнений (задач).

### **Рекомендации для работы с основной и дополнительной литературой**

Работа с литературой должна сопровождаться записями в форме конспекта, плана, тезисов. При этом важно не только привлечь более широкий круг литературы, но и суметь на ее основе разобраться в степени изученности темы. Стоит выявить дискуссионные вопросы, нерешенные проблемы, попытаться выразить свое отношение к ним. Привести и аргументировать свою точку зрения или отметить, какой из имеющихся в литературе точек зрения по данной проблематике придерживаетесь и почему.

По завершении изучения рекомендуемой литературы полезно проверить уровень своих знаний с помощью контрольных вопросов для самопроверки. Необходимо вести систематическую работу над литературными источниками. Необходимо изучать не только литературу, рекомендуемую в данных учебно-методических материалах, но и новые, важные издания по курсу, вышедшие в свет после публикации. При этом следует выделять неясные, сложные для восприятия вопросы. В целях прояснения последних нужно обращаться к преподавателю.

### **Рекомендации для написания учебно-исследовательской реферативной работы**

Учебно-исследовательская реферативная работа – изложение в письменном виде содержания научного труда (трудов), литературы по теме. Цель написания учебно-исследовательской реферативной работы – овладение навыками анализа и краткого изложения изученных материалов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к таким работам. Это самостоятельная работа студента, где раскрывается суть исследуемой проблемы, приводятся различные точки зрения, собственные взгляды на нее. Содержание работы должно быть логическим, изложение материала носит проблемно-тематический характер.

#### ***Примерный алгоритм действий при написании реферата:***

1. Подберите и изучите основные источники по теме (как правило, при разработке реферата или доклада используется не менее 8-15 различных источников).
2. Составьте библиографию.
3. Разработайте план реферата или доклада исходя из имеющейся информации.
4. Обработайте и систематизируйте подобранную информацию по теме.
5. Отредактируйте текст реферата или доклад с использованием компьютерных технологий.
6. Подготовьте публичное выступление по материалам реферата или доклада, желательно подготовить презентацию, иллюстрирующую основные положения работы.

Критерии результатов работы для самопроверки:

- актуальность темы исследования;
- соответствие содержания теме;
- глубина проработки материала;
- правильность и полнота использования источников;
- соответствие оформления реферата или доклада предъявляемым требованиям.

### **Самостоятельное изучение отдельных тем (вопросов) в соответствии со структурой дисциплины по учебной и специальной литературе**

Активизация учебной деятельности и индивидуализация обучения предполагает вынесение для самостоятельного изучения отдельных тем или вопросов. Выбор тем (вопросов) для самостоятельного изучения – одна из ключевых проблем педагога в организации эффективной работы обучающихся по овладению учебным материалом.

Особую роль самостоятельное изучение отдельных тем (вопросов) дисциплины играет для студентов заочной формы обучения.

При этом, как правило, основанием выбора является наилучшая обеспеченность литературой и учебно-методическими материалами по данной теме, ее обобщающий характер, сформированный на аудиторных занятиях алгоритм изучения. Обязательным условием результативности самостоятельного освоения темы (вопроса) является контроль выполнения задания.

Вопросы для самостоятельного изучения тем (вопросов) указаны в рабочей программе дисциплины (модуля)».

Результаты самостоятельного изучения вопросов, будут проверены преподавателем в форме: опросов, конспектов, рефератов, ответов на экзаменах.

### **Самостоятельное выполнение расчетных заданий**

1. Внимательно прочитайте теоретический материал – конспект, составленный на лекционном занятии, материал учебника, пособия. Выпишите формулы из конспекта по изучаемой теме.

2. Обратите внимание, как использовались данные формулы при решении задач на занятии.

3. Решите предложенную задачу, используя выписанные формулы.

4. В случае необходимости воспользуйтесь справочными данными.

5. Проанализируйте полученный результат (проверьте размерности величин, правильность подстановки в формулы численных значений, правильность расчетов, правильность вывода неизвестной величины из формулы).

6. Решение задач должно сопровождаться необходимыми пояснениями. Расчётные формулы приводите на отдельной строке, выделяя из текста, с указанием размерности величин. Формулы записывайте сначала в общем виде (буквенное выражение), затем подставляйте числовые значения без указания размерностей, после чего приведите конечный результат расчётной величины.

Показатели результатов работы для самопроверки:

- грамотная запись условия задачи и ее решения;
- грамотное использование формул;
- грамотное использование справочной литературы;
- точность и правильность расчетов;
- обоснование решения задачи.

### **Подготовка к промежуточной аттестации: подготовка к экзамену**

#### **Методические рекомендации по подготовке к экзамену**

Экзамен проводится в традиционной форме (ответ на вопросы экзаменационного билета, контрольная работа, тестирование) и/или в иных формах (с учетом оценок за коллоквиум, кейс, деловая или ролевая игра, презентация проекта и др.)

Подготовка экзамену начинается с первого занятия по дисциплине. При этом важно с самого начала планомерно осваивать материал, руководствуясь требованиями, конспектировать важные для решения учебных задач источники, обращаться к преподавателю за консультацией по неувоенным вопросам.

Для подготовки к сдаче экзамена необходимо первоначально прочитать лекционный материал, а также соответствующие разделы рекомендуемых изданий. Лучшим вариантом является тот, при котором при подготовке используется несколько источников информации. Это способствует разностороннему восприятию каждой конкретной темы дисциплины.

В обобщённом варианте подготовка к сдаче экзамена включает в себя:

- просмотр программы учебной дисциплины, перечня вопросов к экзамену;
- подбор рекомендованных преподавателем источников (учебников, нормативных правовых актов, дополнительной литературы и т.д.);

- использование конспектов лекций, материалов занятий и их изучение;
- консультирование у преподавателя.

**Учебно-методические документы, регламентирующие самостоятельную работу**  
**адреса доступа к документам**

<https://arz.unn.ru/sveden/document/>

[https://arz.unn.ru/pdf/Metod\\_all\\_all.pdf](https://arz.unn.ru/pdf/Metod_all_all.pdf)

## 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

В ходе промежуточной аттестации по дисциплине осуществляется оценка сформированности компонентов компетенций (полнота знаний/ наличие умений/ навыков), т.е. результатов обучения, указанных в таблице п.2 настоящей рабочей программы, на основе оценки усвоения содержания дисциплины.

Обобщенная оценка сформированности компонентного состава компетенции в ходе промежуточной аттестации по дисциплине проводится на основе учета текущей успеваемости в ходе освоения дисциплины и учета результата сдачи промежуточной аттестации.

Выявленные признаки несформированности компонентов (индикаторов) хотя бы одной компетенции не позволяют выставить интегрированную положительную оценку сформированности компетенций и освоения дисциплины на данном этапе обучения.

Обобщенная оценка сформированности компонентного состава компетенций на промежуточной аттестации, которая вносится в зачетно-экзаменационную ведомость по дисциплине и зачетную книжку студента, осуществляется по следующей оценочной шкале.

### Шкала оценки сформированности компонентного состава компетенций на промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
Зачтено	Отлично	сформированность компонентного состава (индикаторов) компетенций соответствует требованиям компетентностной модели будущего выпускника на данном этапе обучения, основанным на требованиях ОС ННГУ по направлению подготовки, студент готов самостоятельно решать стандартные и нестандартные профессиональные задачи в предметной области дисциплины в соответствии с типами задач профессиональной деятельности осваиваемой образовательной программы
	Хорошо	сформированность компонентного состава (индикаторов) компетенций соответствует требованиям компетентностной модели будущего выпускника на данном этапе обучения, основанным на требованиях ОС ННГУ по направлению подготовки, но студент готов самостоятельно решать только различные стандартные профессиональные задачи в предметной области дисциплины в соответствии с типами задач профессиональной деятельности осваиваемой образовательной программы
	Удовлетворительно	сформированность компонентного состава (индикаторов) компетенций соответствует в целом требованиям компетентностной модели будущего выпускника на данном этапе обучения, основанным на требованиях ОС ННГУ по направлению подготовки, но студент способен решать лишь минимум стандартных профессиональных задач в предметной области дисциплины в соответствии с типами задач профессиональной деятельности осваиваемой образовательной программы
Не зачтено	Неудовлетворительно	сформированность компонентного состава (индикаторов) компетенций не соответствует требованиям компетентностной модели будущего выпускника на данном этапе обучения, основанным на требованиях ОС ННГУ по направлению подготовки, студент не готов решать профессиональные задачи в предметной области дисциплины в соответствии с типами задач профессиональной деятельности осваиваемой образовательной программы

## Шкала оценивания сформированности компетенции

Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
<b><u>Знания</u></b>	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем требованиям программы подготовки, без ошибок.
<b><u>Умения</u></b>	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.
<b><u>Навыки</u></b>	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.

### 5.2 Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

#### Критерии оценки устного опроса

*Оценка «отлично»* - Ответ полный и правильный, на основании изученной теории; материал изложен в определенной логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный.

*Оценка «хорошо»* - Ответ полный и правильный, на основании изученной теории; материал изложен в определенной логической последовательности при этом допущены две-три незначительные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.

*Оценка «удовлетворительно»* - Ответ полный, но при этом допущена существенная ошибка или неполный, несвязный ответ.

*Оценка «неудовлетворительно»* - Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя.

#### Критерии оценивания письменных контрольных работ

*оценка «отлично»* выставляется студенту, если представленная контрольная работа выполнена полностью без ошибок и недочетов;

*оценка «хорошо»* выставляется студенту, если представленная контрольная работа выполнена полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов;

*оценка «удовлетворительно»* выставляется студенту, если представленная им контрольная работа выполнена правильно не менее чем на 2/3 всей работы или в работе допущены не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трех недочетов, при наличии четырех-пяти недочетов;

*оценка «неудовлетворительно»* выставляется студенту, если число ошибок и недочетов в работе превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

### **Критерии оценки тестирования**

*Оценка "отлично"* - 85-100% правильных ответов;

*Оценка "хорошо"* 66-84 % правильных ответов;

*Оценка "удовлетворительно"* – 50-65 % правильных ответов;

*Оценка "неудовлетворительно"* - меньше 50 %.

### **Критерии оценки письменной учебно-исследовательской реферативной работы**

*Оценка "отлично"* - Реферативная работа полностью раскрывает основные вопросы теоретического материала. Студент приводит информацию из первоисточников и изданий периодической печати, приводит практические примеры, отвечает на дополнительные вопросы преподавателя и студентов (в процессе выступления с докладом).

*Оценка "хорошо"* - Реферативная работа частично раскрывает основные вопросы теоретического материала. Студент приводит информацию из первоисточников, отвечает на дополнительные вопросы преподавателя и студентов (в процессе выступления с докладом), но при этом дает не четкие ответы, без достаточно их аргументации.

*Оценка "удовлетворительно"* - Реферативная работа в общих чертах раскрывает основные вопросы теоретического материала. Студент приводит информацию только из учебников. При ответах на дополнительные вопросы (в процессе выступления с докладом) путается в ответах, не может дать понятный и аргументированный ответ.

*Оценка «неудовлетворительно»* ставится за рефераты, в которых нет информации о проблематике работы и ее месте в контексте других работ по исследуемой теме.

### **Критерии оценки выполнения контрольных заданий по теоретическим основам дисциплины**

*Оценка «отлично»* - Ответ полный и правильный на основании изученной теории; материал изложен в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный.

*Оценка «хорошо»* - Ответ полный и правильный на основании изученной теории; материал изложен в необходимой логической последовательности при этом допущены две-три не существенные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.

*Оценка «удовлетворительно»* - Ответ полный, но при этом допущена существенная ошибка или неполный, несвязный ответ.

*Оценка «неудовлетворительно»* - Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя.

### **Критерии оценки выполнения практических контрольных заданий**

*Оценка «зачтено»* - Ответ полный и правильный на основании изученной теории; теоретический материал и решение поставленных задач изложены в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный. Могут быть допущены две-три не существенные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.

*Оценка «не зачтено»* - Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя.

### **Критерии устного ответа студента при опросе на экзамене**

*Оценка «отлично»* выставляется, когда студент глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с ситуационными заданиями, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок.

**Оценка «хорошо»** выставляется, если студент твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при анализе информации.

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется в том случае, при котором студент освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении анализа информации.

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется студенту, в ответе которого обнаружались существенные пробелы в знании основного содержания учебной программы дисциплины и / или неумение использовать полученные знания.

### **5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения и для контроля формирования компетенций**

#### **Примерные контрольные задания по теоретическим основам дисциплины для оценки сформированности компетенций УК 2**

Ответьте на следующие вопросы и приведите описание основных понятий, утверждений (с доказательствами), моделей и формул соответствующих разделов дисциплины **Математическое и имитационное моделирование**

1. Что определяет формальную модель объекта?
2. Приведите классификацию моделей.
3. Перечислите основные характеристики систем.
4. Сформулируйте план проведения исследования системы.
5. Перечислите и охарактеризуйте типовые математические схемы.
6. Какие требования предъявляются к разработкам моделей систем?
7. В чем состоят основные методологические аспекты машинного моделирования?
8. Требования, предъявляемые к моделям.
9. Принцип построения моделирующих алгоритмов.
10. В чем состоит суть метода «наименьших квадратов»?
11. Сформулируйте задачу планирования комплекса работ в сетевом планировании.
12. Что представляет собой «структурная таблица» комплекса работ?
13. Опишите процедуру построения сетевого графика комплекса работ.
14. Как строится временной сетевой график комплекса работ?
15. Опишите алгоритм решения задачи сетевого планирования.
16. В чем состоит математическая формализация системы связей, отраженной в структурно-временной таблице?
17. Сформулируйте задачи оптимизации плана качества работ.
18. Сформулируйте постановку общей задачи линейного программирования.
19. Опишите алгоритм перехода от общей к основной задаче линейного программирования.
20. Приведите каноническую форму записи основной задачи линейного программирования.
21. Дайте геометрическую интерпретацию основной задачи линейного программирования.
22. Опишите укрупненный алгоритм симплекс-метода решения задачи линейного программирования.
23. Сформулируйте основные особенности транспортной задачи линейного программирования.
24. Опишите процедуру нахождения опорного плана в транспортной задаче.
25. Как происходит улучшение плана перевозок?
26. В чем состоит суть метода потенциалов?
27. Сформулируйте постановку задачи динамического программирования.
28. В чем состоит суть интерпретации управления в фазовом пространстве?
29. Сформулируйте стандартную схему решения задачи динамического программирования.

30. Дайте определение марковской модели случайного процесса.

**для оценки сформированности компетенций ПК 9**

31. Что представляют собой вероятности состояний и переходные вероятности?
32. Дайте общие описания процессов с дискретным и непрерывным временами.
33. Опишите в общей постановке процессы «гибели и размножения» и циклический процесс.
34. Сформулируйте задачу теории игр.
35. Что является предметом теории игр?
36. Что представляет собой «платежная матрица»?
37. Чем определяется нижняя и верхняя цены игры?
38. Определите основные элементы теории статистических решений.
39. Как происходит планирование эксперимента в условиях неопределенности?
40. Что составляет предмет теории массового обслуживания?
41. Приведите классификацию систем массового обслуживания.
42. Какие характеристики используются для оценки эффективности функционирования систем массового обслуживания?
43. Опишите укрупненный алгоритм процесса обслуживания заявок с учетом особенностей конкретной системы.
44. В чем состоит суть стратегического планирования машинных экспериментов по имитационному моделированию?
45. Основная цель планирования эксперимента.
46. В чем состоит различие между структурной и функциональной моделями?
47. В чем состоит суть факторного анализа?
48. Опишите основные цели и задачи тактического планирования имитационного моделирования систем.
49. Что подразумевается под автокорректированными данными?
50. Чем определяется размер выборки?
51. Чем характеризуются стратифицированные выборки?
52. Приведите сравнительный анализ языков имитационного моделирования.
53. Сформулируйте требования к инструментальным средствам имитационного моделирования.
54. Какие статистические методы используются для обработки результатов имитационного моделирования?
55. В чем состоит задача обработки результатов моделирования?
56. Как осуществляется проверка статистических гипотез?
57. В чем состоит суть корреляционного анализа результатов моделирования?
58. Опишите алгоритм регрессивного анализа результатов моделирования.
59. Опишите алгоритм дисперсионного анализа результатов моделирования.
60. Как осуществляется оценка эффективности функционирования системы по результатам имитационного моделирования?

**Примерные практические контрольные задания  
для оценки сформированности компетенций УК 2**

Задание 1. Построить на координатной плоскости область допустимых решений и найти наибольшее и наименьшее значение линейной функции  $f$  в этой области.

1.  $f = 2x_1 + 3x_2$  при  $\begin{cases} x_1 - x_2 \leq 4 \\ 5x_1 + 3x_2 \leq 15 \\ x_1 + x_2 \leq 6 \end{cases}$
2.  $f = 5x_1 + 2x_2$  при  $\begin{cases} -3x_1 + 10x_2 \leq 30 \\ x_1 - 3x_2 \geq 12 \\ 2x_1 - 3x_2 \leq 12 \end{cases}$
3.  $f = 3x_1 + 4x_2$  при  $\begin{cases} -5x_1 + 4x_2 \leq 22 \\ 3x_1 + 7x_2 \leq 25 \\ 3x_1 + 2x_2 \leq 36 \end{cases}$

$$\begin{aligned}
4. f=5x_1 + 3x_2 \text{ при } & \begin{cases} 10x_1 + 7x_2 \leq 40 \\ x_1 + 2x_2 \geq 9 \\ 3x_1 + 5x_2 \leq 6 \end{cases} \\
5. f=4x_1 + x_2 \text{ при } & \begin{cases} -12x_1 + 10x_2 \leq 5 \\ 6x_1 + 7x_2 \geq 20 \\ 5x_1 + 4 \leq 36 \end{cases} \\
6. f=2x_1 + x_2 \text{ при } & \begin{cases} 3x_1 - 2x_2 \leq 2 \\ 2x_1 - 3x_2 \leq 2 \\ -2x_1 + x_2 \leq 0 \\ 5x_1 - x_2 \leq 0 \\ 8x_1 - 3x_2 \geq 15 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases} \\
7. f=x_1 + 2x_2 \text{ при } & \begin{cases} x_1 - 6x_2 \geq 22 \\ 3x_1 + 4x_2 \leq 25 \\ 12x_1 + 5x_2 \leq 36 \\ x_1 \leq 0, x_2 \geq 0 \\ -3 \leq x_2 \leq 3 \end{cases} \\
8. f=2x_1 + 2x_2 \text{ при } & \begin{cases} 8x_1 + 5x_2 \leq 40 \\ x_1 + x_2 > 8 \\ 3x_1 + 2x_2 \leq 6 \end{cases} \\
9. f=3x_1 + 3x_2 \text{ при } & \begin{cases} 5x_1 - 4x_2 \leq 20 \\ -x_1 + x_2 \leq 45 \\ -3x_1 + x_2 \leq 18 \end{cases} \\
10. f=5x_1 + 10x_2 \text{ при } & \begin{cases} x_1 - 2x_2 \leq 1 \\ 2x_1 - 3x_2 \leq 2 \\ 3x_1 + x_2 \leq 6 \\ 4x_1 - 7x_2 \leq 2 \\ 2x_1 - 3x_2 \geq 15 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}
\end{aligned}$$

Задание 2. Составить математическую модель задачи и решить ее симплекс-методом.

1. Из двух сортов муки выпекается хлеб. На хлеб «Алексеевский» идет 40% муки первого сорта и 60% муки второго сорта, на хлеб «Петровский» идет 80% муки первого сорта и 20% муки второго сорта. Доход от реализации одной буханки хлеба «Алексеевский» составляет 10 руб., а буханки хлеба «Петровский» – 12 руб. Найти план выпечки хлеба, при котором доход от реализации будет максимальным, если на складе имеется 50 т муки первого сорта и 30 т муки второго сорта.

2. Фабрика производит три вида краски К1, К2, К3 и использует для каждой краски три вида сырья – А, Б, В. Нормы расхода сырья на производство красок заданы в таблице

Виды сырья	Типы краски		
	К1	К2	К3
А	2	1	4
Б	1	3	2
В	7	6	4

Запасы сырья А на складе равны 45 у.е., сырья Б – 70 у.е., сырья В – 200 у.е. Прибыль от реализации одной банки краски К1 равна 65 у.е., К2 – 90 у.е., К3 – 70 у.е. Составить план производства краски так, чтобы прибыль от реализации была наибольшей.

3. Необходимо купить продукты питания, содержащие углеводы, жиры, белки. Известно, что составленная комбинация должна содержать углеводов не менее 12 ед., жиров - не

менее 15 ед., белков – не менее 20 ед. Углеводы, белки, жиры содержатся в трех видах продуктов А, В, С, в концентрации, указанной в таблице

Компоненты	Продукты		
	А	В	С
Углеводы	4	3	2
Жиры	7	1	2
Белки	11	8	9
Цена 1 ед. продукта	3	2	5

Определить количество продуктов, удовлетворяющих ограничениям, которые надо купить, так чтобы их цена была минимальной.

4. Крупная ферма закупает три вида ингредиентов для производства комбикормов. Из четырех ингредиентов составляются три вида комбикорма. Соответствующие данные содержатся в таблице

Ингредиенты	Виды комбикорма, кг			Необходимый минимум ингредиента, кг
	А	В	С	
I	3	5	8	350
II	2	2	7	200
III	8	5	5	600
IV	10	6	4	220
Цена 1 кг комбикорма, у.е.	43	30	85	

Составить план производства так, чтобы стоимость комбикорма была наименьшей.

5. Для производства четырех видов упаковки используются три вида картона. Запасы картона, нормы его расхода и прибыль от реализации представлены в таблице

Виды картона	Виды упаковки				Запасы на складе
	А	В	С	Д	
I	16	7	5	18	200
II	28	32	40	19	200
III	22	12	13	41	600
Прибыль от реализации, у.е.	36	80	85	70	

Составить план производства так, чтобы прибыль от реализации была максимально возможной при данных условиях.

### для оценки сформированности компетенций ПК 9

Задание 3. Используя симплекс-метод, решить следующие задачи

1.  $f = 3x_1 + 2x_3 - 6x_6 \rightarrow \max$

при

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 - 3x_3 + 6x_6 = 18 \\ -3x_1 + 2x_3 + x_4 - 2x_6 = 24 \\ x_1 + 3x_3 + x_5 - 4x_6 = 36 \\ x_1, \dots, x_6 \geq 0 \end{cases}$$

2.  $f = 2x_1 + 3x_2 - x_4 \rightarrow \max$

при

$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 - 2x_4 + x_5 = 16 \\ 3x_1 + 2x_2 + x_3 - 3x_4 = 18 \\ -x_1 + 3x_2 + 4x_4 + x_6 = 24 \\ x_1, \dots, x_6 \geq 0 \end{cases}$$

3.  $f = 8x_2 + 7x_4 + x_6 \rightarrow \max$

при

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 - 3x_4 - 2x_6 = 12 \\ 4x_2 + x_3 - 4x_4 - 3x_6 = 12 \\ 5x_2 + 5x_4 + 5x_5 + x_6 = 25 \\ x_1, \dots, x_6 \geq 0 \end{cases}$$

4.  $f = x_1 + 3x_2 - 5x_4 \rightarrow \max$

при

$$\begin{cases} 2x_1 + 4x_2 + x_3 + 2x_4 = 28 \\ -3x_1 + 5x_2 - 3x_4 + x_5 = 30 \\ 4x_1 - 2x_2 + 8x_4 + x_6 = 32 \\ x_1, \dots, x_6 \geq 0 \end{cases}$$

5.  $f = x_1 + 2x_2 - x_3 \rightarrow \max$

при

$$\begin{cases} -x_1 + 4x_2 - 2x_3 \leq 6 \\ x_1 + x_2 + 2x_3 \geq 6 \\ 2x_1 - x_2 + 2x_3 = 4 \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

6.  $f = 8x_1 - 3x_2 + x_3 + 6x_4 - 5x_5 \rightarrow \max$

при

$$\begin{cases} 2x_1 + 4x_2 + x_3 + x_4 - 2x_5 = 28 \\ x_1 - 2x_2 + x_4 + x_5 = 31 \\ -x_1 + 3x_2 + 5x_3 + 4x_4 - 8x_5 = 118 \\ x_1, \dots, x_5 \geq 0 \end{cases}$$

7.  $f = 3x_1 + 2x_5 - 5x_6 \rightarrow \max$

при

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 - x_5 + 5x_6 = 34 \\ 4x_1 + x_3 + 2x_5 - 4x_6 = 28 \\ -3x_1 + x_4 - 3x_5 + 6x_6 = 24 \\ x_1, \dots, x_6 \geq 0 \end{cases}$$

8.  $f = 2x_1 - 3x_2 + 4x_3 + 5x_4 - x_5 + 8x_6 \rightarrow \max$

при

$$\begin{cases} x_1 + 5x_2 - 3x_3 + 5x_4 - 6x_5 + x_6 = 120 \\ 2x_1 + 9x_2 - 5x_3 - 7x_4 + 4x_5 + x_6 = 320 \\ x_1, \dots, x_6 \geq 0 \end{cases}$$

9.  $f = -3x_1 + 5x_2 - 3x_3 + x_4 + x_5 + 8x_6 \rightarrow \max$

при

$$\begin{cases} x_1 - 3x_2 + 4x_3 + 5x_4 - 6x_5 + x_6 = 60 \\ 7x_1 - 17x_2 + 26x_3 + 31x_4 - 35x_5 + 6x_6 = 420 \\ x_1, \dots, x_6 \geq 0 \end{cases}$$

10.  $f = 5x_1 - x_2 + 8x_3 + 10x_4 - 5x_5 + x_6 \rightarrow \max$

при

$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 + 3x_4 + x_5 - x_6 = 36 \\ -x_1 + 2x_2 + x_3 + 2x_4 + 2x_6 = 20 \\ 3x_1 - x_2 + 2x_3 - x_4 + 3x_5 + x_6 = 30 \\ x_1, \dots, x_6 \geq 0 \end{cases}$$

Задание 4. Составить задачу, двойственную данной:

1.  $f = 5x_1 - x_2 + 8x_3 - x_4 \rightarrow \max$

при

$$\begin{cases} x_1 - 7x_2 - 6x_3 - 5x_4 \leq 120 \\ 3x_1 + 2x_2 - x_3 + x_4 \geq 415 \\ 6x_1 - 4x_2 + 2x_3 + 6x_4 \leq 88 \\ x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0 \end{cases}$$

2.  $f = 14x_1 - 12x_2 + 11x_3 + 13x_4 \rightarrow \max$

при

$$\begin{cases} 4x_1 - 4x_2 + 2x_3 + 5x_4 \leq 20 \\ x_1 + x_2 + 11x_3 - 75x_4 \geq 45 \\ 42x_1 - 8x_2 - 12x_3 + 65x_4 = 18 \\ x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0 \end{cases}$$

3.  $f = 53x_1 + x_2 + 8x_3 + 36x_4 \rightarrow \max$

при

$$\begin{cases} 4x_1 - 6x_2 + 52x_3 + 33x_4 \geq 22 \\ 2x_1 + x_2 - 31x_3 - 17x_4 \geq 74 \\ 4x_1 - 38x_2 - 21x_3 + 16x_4 \geq 30 \\ x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0 \end{cases}$$

4.  $f = 24x_1 + 2x_2 - 17x_3 - 19x_4 \rightarrow \max$

при

$$\begin{cases} 4x_1 - 8x_2 + 13x_3 - 45x_4 \geq 180 \\ x_1 + x_2 + 11x_3 - 75x_4 \leq 45 \\ 42x_1 - 8x_2 - 12x_3 + 65x_4 \leq 18 \\ x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0 \end{cases}$$

5.  $f = 14x_1 + 12x_2 + 11x_3 + 13x_4 \rightarrow \max$

при

$$\begin{cases} 54x_1 - 36x_2 - 12x_3 + 55x_4 \leq 520 \\ 20x_1 + 3x_2 + 14x_3 - 73x_4 \geq 455 \\ 37x_1 - 38x_2 - 62x_3 + 45x_4 \leq 218 \\ 34x_1 - 46x_2 + 52x_3 + 33x_4 \geq 133 \\ x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0 \end{cases}$$

**Примерная тематика учебно-исследовательских реферативных работ  
для оценки сформированности компетенций УК 2**

1. Элементарные математические модели в теории упругости.
2. Элементарные математические модели в теории пластичности.
3. Элементарные математические модели в теории вязкой упругости.  
**для оценки сформированности компетенций ПК 9**
4. Элементарные математические модели в гидродинамике.
5. Элементарные математические модели в электродинамике.
6. Универсальность математических моделей.
7. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы

**Примерные тестовые задания  
для оценки сформированности компетенций УК 2**

1. **Случайные факторы модели приближенно можно заменить не случайными когда**

- A) распределение случайных факторов известно
- B) диапазон их разброса сравнительно мал
- C) невозможно определить характер их изменений
- D) известно их математическое ожидание
- E) объект реализует свою функцию многократно

2. **Метод оптимизации в среднем можно использовать если объект реализует свои функции многократно и относительно случайных факторов известно**

- A) дисперсия
- B) математическое ожидание
- C) данные измерений
- D) совместное распределение
- E) диапазон изменения

3. **Игра называется парной тогда, когда**

- A) все партнеры выступают как два противника
- B) партнеры имеют по две стратегии
- C) игра содержит только две стратегии
- D) все партнеры сгруппированы в пары

4. **Формулировка принципа оптимальности: Оптимальная стратегия обладает свойством оптимальности**

- A) функции выигрыша на всех предыдущих шагах
- B) на предыдущих шагах процесса
- C) функции выигрыша на каждом шаге
- D) функции выигрыша на всех последующих шагах
- E) начиная с данного шага и до конца процесса

5. **Временной резерв это**

- A) срок окончания самой «длинной» работы
- B) время, на которое может быть задержана работа без ущерба для общего срока
- C) сумма времени критических работ
- D) срок окончания последней работы
- E) срок окончания комплекса работ

6. **Нижней ценой игры называется**

- A) максимальный выигрыш при наилучших (для него) действиях противника
- B) минимальный проигрыш при данной стратегии
- C) минимальная ставка хода
- D) минимальный выигрыш при данной стратегии
- E) минимальная ставка игры

7. **Ранг работы есть**

- A) принадлежность работы к критическому пути
- B) максимальный ранг работ, на которые она опирается
- C) ее порядковый номер
- D) максимальный ранг работ, на которые она опирается плюс один
- E) максимальный ранг предшествующих работ минус один

**для оценки сформированности компетенций ПК 9**

8. **Чтобы свести задачу ЛП с ограничениями в виде неравенств к ОЗЛП необходимо**

- A) включить добавочные переменные в ограничения и целевую функцию
- B) включить добавочные переменные в ограничения
- C) изменить целевую функцию
- D) включить добавочные переменные в целевую функцию

9. **Постановка задачи ЛП о пищевом рационе выполнена при условии**

- А) необходимого количества продуктов
- В) сбалансированности питания
- С) минимизации стоимости рациона
- Д) необходимой пищевой ценности
- Е) заданной диеты

10. **Недостатком линейного составного критерия является**

- А) частные показатели могут быть несоизмеримы
- В) отсутствие объективных оценок весовых коэффициентов
- С) частные показатели могут обращаться в нуль

сложность использования методов численной оптимизации

### Примерные контрольные работы для оценки сформированности компетенций УК 2

Решение задачи линейного программирования графически.

1. Дана линейная функция от двух переменных и система ограничений. На координатной плоскости построить область допустимых решений и найти максимум или минимум функции.

#### для оценки сформированности компетенций ПК 9

Построение математической модели задачи.

2. Предприятие производит  $n$  видов продукции и использует  $m$  видов сырья. Имеются ограничения на запасы сырья, известна стоимость производства и продажная цена единицы продукции. Построить математическую модель задачи. Построить модель двойственной задачи. Рассчитать оптимальный план выпуска продукции. Решить задачу симплекс-методом.
3. Решение транспортной задачи: а) методом северо-западного угла; б) методом минимального элемента; в) методом наименьшего критерия в столбце; г) методом наименьшего критерия в строке; д) методом двойного предпочтения; е) методом потенциалов

#### Контрольные вопросы для промежуточной аттестации (экзамен)

Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
1. Системность, как общее свойство окружающего мира.	УК-2
2. Система и окружающая среда.	УК-2
3. Системный анализ, как общий подход к исследованию систем.	УК-2
4. Моделирование, как метод научного познания.	УК-2
5. Общая характеристика проблемы моделирования систем.	УК-2
6. Классификация видов моделирования систем.	УК-2
7. Возможности и эффективность моделирования систем на вычислительных машинах.	ПК-9
8. Основные подходы к построению математических моделей систем. Типовые математические схемы.	ПК-9
9. Методика разработки и машинной реализации моделей систем.	ПК-9
10. Построение потенциальных моделей систем и их формализация.	ПК-9
11. Алгоритмизация моделей систем и их машинная реализация.	ПК-9
12. Получение и интерпретация результатов моделирования систем.	ПК-9
13. Непрерывно-детерминированная модель задачи Коши и ее реализация с использованием численных методов Эйлера и его модифи-	ПК-9

каций.	
14. Непрерывно-детерминированная модель краевой задачи и ее численная реализация с использованием метода конечных разностей (неявная схема).	ПК-9
15. Непрерывно-детерминированная модель процесса распространения тепла. Уравнение теплопроводности Фурье и его численное решение методом конечных разностей (явная схема).	ПК-9
16. Стохастические модели. Построение простого линейного уравнения регрессии методом наименьших квадратов.	УК-2
17. Стохастические модели. Построение множественного линейного уравнения регрессии методом наименьших квадратов.	УК-2
18. Стохастические модели. Построение нелинейного уравнения регрессии с использованием метода выравнивания.	УК-2
19. Планирование эксперимента. Построение множественного линейного уравнения регрессии по результатам полного факторного эксперимента.	ПК-9
20. Планирование эксперимента. Построение множественного линейного уравнения регрессии по результатам дробного факторного эксперимента.	ПК-9
21. Задача планирования комплекса работ с использованием метода сетевого планирования. Постановка задачи.	ПК-9
22. Сетевой график комплекса работ. Временной сетевой график.	УК-2
23. Алгоритм решения задачи сетевого планирования комплекса работ.	УК-2
24. Оптимизация плана комплекса работ.	УК-2
25. Постановка задачи линейного программирования.	УК-2
26. Основная задача линейного программирования и его каноническая форма записи.	УК-2
27. Геометрическая интерпретация основной задачи линейного программирования.	ПК-9
28. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования; алгоритм его реализации.	ПК-9
29. Табличный алгоритм замены базисных переменных.	ПК-9
30. Симплекс-метод. Отыскание опорного решения.	ПК-9
31. Симплекс-метод. Отыскание оптимального решения.	ПК-9
32. Постановка транспортной задачи линейного программирования.	ПК-9
33. Нахождение опорного плана транспортной задачи.	ПК-9
34. Улучшение плана перевозок в транспортной задаче.	ПК-9
35. Решение транспортной задачи методом потенциалов.	ПК-9
36. Задачи динамического программирования. Общие характеристики.	ПК-9
37. Общая постановка задачи динамического программирования. Интерпретация управления в фазовом пространстве.	ПК-9
38. Общий алгоритм решения задачи динамического программирования.	УК-2
39. Марковский случайный процесс с дискретным состоянием.	УК-2
40. Случайные процессы с дискретным и непрерывным временем. Марковская цепь.	ПК-9
41. Марковский процесс с дискретными состояниями и непрерывным временем.	ПК-9
42. Поток событий. Простейший поток и его свойства.	УК-2
43. Марковский процесс «гибели и размножения».	ПК-9
44. Циклический марковский процесс.	ПК-9

45. Метод статистических испытаний, как основной метод моделирования при отсутствии аналитической модели.	ПК-9
46. Задачи и предмет теории игр и статистических решений.	УК-2
47. Реализация теории игр на основе платежных матриц, нижних и верхних цен игры и принципа минимакса.	ПК-9
48. Теория статистических решений. Основные положения.	УК-2
49. Общая постановка задачи теории массового обслуживания.	УК-2
50. Классификация и описание систем массового обслуживания.	УК-2
51. Алгоритм имитационной модели одноканальной, однофазной системы массового обслуживания без приоритетов.	ПК-9
52. Алгоритм имитационной модели однофазной, одноканальной системы массового обслуживания с приоритетами.	ПК-9
53. Алгоритм имитационной модели однофазной, многоканальной системы массового обслуживания без приоритетов.	ПК-9
54. Методы теории планирования эксперимента.	ПК-9
55. Стратегическое планирование машинных экспериментов по имитационному моделированию.	ПК-9
56. Тактическое планирование машинных экспериментов по имитационному моделированию.	ПК-9
57. Статистическая обработка результатов имитационного моделирования.	ПК-9
58. Алгоритм и общие принципы проверки статистических гипотез.	ПК-9
59. Методика и алгоритм проведения корреляционного анализа результатов имитационного моделирования.	ПК-9
60. Методика и алгоритм проведения регрессионного анализа результатов имитационного моделирования.	ПК-9
61. Методика и алгоритм проведения дисперсионного анализа результатов имитационного моделирования.	ПК-9
62. Оценка адекватности модели сложной системы.	ПК-9
63. Оценка эффективности функционирования сложной системы по результатам имитационного моделирования.	ПК-9
64. Сравнительный анализ языков моделирования.	ПК-9

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

- 1. Математическое и имитационное моделирование** : учеб. пособие / А.И. Безруков, О.Н. Алексеенцева. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 227 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.znanium.com>]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/textbook\\_59006f8ec13df8.73891496](http://dx.doi.org/10.12737/textbook_59006f8ec13df8.73891496). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1005911>
- 2. Имитационное моделирование** : учебник и практикум для академического бакалавриата / Л. Ф. Вьюненко, М. В. Михайлов, Т. Н. Первозванская ; под редакцией Л. Ф. Вьюненко. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 283 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01098-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/book/imitacionnoe-modelirovanie-432159>
- 3. Моделирование процессов и систем** : учебник и практикум для академического бакалавриата / под редакцией Е. В. Стельмашонок. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 289 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-04653-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/book/modelirovanie-processov-i-sistem-433623>
- 4. Моделирование систем и процессов.** Практикум : учеб. пособие для академического бакалавриата / В. Н. Волкова [и др.] ; под редакцией В. Н. Волковой. — Москва : Издательство

Юрайт, 2019. — 295 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01442-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/book/modelirovanie-sistem-i-processov-praktikum-436475>

5. **Моделирование систем** : учебник для академического бакалавриата / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. — 7-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 343 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3916-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/book/modelirovanie-sistem-425228>

6. **Математическое моделирование технических систем** : учебник / В.П. Тарасик. — Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2019. — 592 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1019246>

#### **б) дополнительная литература:**

1. **Математическое моделирование и методы принятия решений**: Учебное пособие / Никонов О.И., Кругликов С.В., Медведева М.А., - 2-е изд., стер. - М.:Флинта, Изд-во Урал. ун-та, 2017. - 100 с. ISBN 978-5-9765-3142-0 - Режим доступа:

<http://znanium.com/catalog/product/949757>

2. **Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ**: Сборник научных трудов / Казарян М.Л., Музаев И.Д., Гиоева Е.Г. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 150 с.: 60x90 1/16 ISBN 978-5-16-106772-7 (online) - Режим доступа:

<http://znanium.com/catalog/product/972756>

3. **Математическое моделирование и прогнозирование в технических системах**: Учебное пособие / Галустов Г.Г., Седов А.В. - Ростов-на-Дону:Издательство ЮФУ, 2016. - 107 с.: ISBN 978-5-9275-1902-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/989948>

4. **Имитационное моделирование систем в среде extendsim** : учеб. пособие для академического бакалавриата / О. К. Альсова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 115 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-08248-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/book/imitacionnoe-modelirovanie-sistem-v-srede-extendsim-441982>

5. **Экономико-математические методы и моделирование** : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. В. Королев. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 280 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-00883-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/book/ekonomiko-matematicheskie-metody-i-modelirovanie-433918>

#### **в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

Лицензионное программное обеспечение: Операционная система Windows.

Лицензионное программное обеспечение: MicrosoftOffice.

#### ***Профессиональные базы данных и информационные справочные системы***

Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), платформа Elibrary: национальная информационно-аналитическая система. Адрес доступа: [http://elibrary.ru/project\\_risc.asp](http://elibrary.ru/project_risc.asp)

ГАРАНТ. Информационно-правовой портал [Электронный ресурс].— Адрес доступа: <http://www.garant.ru>

MathSciNet:информационно-библиографическая и реферативная база данных по математике, в т.ч. прикладной математике и статистике. Электронная версия MathematicalReviews.Адрес доступа: <http://www.ams.org/mathscinet>

Math-Net.Ru:      Общероссийский      математический      портал.Адрес      доступа:  
<http://www.mathnet.ru/>

***Свободно распространяемое программное обеспечение:***

программное обеспечение LibreOffice;  
программное обеспечение YandexBrowser;  
программное обеспечение Paint.NET;  
программное обеспечение PascalABC.NET

***Электронные библиотечные системы и библиотеки:***

Электронная библиотечная система "Лань" <https://e.lanbook.com/>  
Электронная библиотечная система "Консультант студента"<http://www.studentlibrary.ru/>  
Электронная библиотечная система "Юрайт"<http://www.urait.ru/ebs>  
Электронная библиотечная система "Znanium" <http://znanium.com/>  
Электронно-библиотечная система Университетская библиотекаONLINE<http://biblioclub.ru/>

[Фундаментальная библиотека ННГУ www.lib.unn.ru/](http://www.lib.unn.ru/)

Сайт библиотеки Арзамасского филиала ННГУ. – Адрес доступа: [lib.arz.unn.ru](http://lib.arz.unn.ru)

Ресурс «Массовые открытые онлайн-курсы Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского» <https://mooc.unn.ru/>

Портал «Современная цифровая образовательная среда Российской Федерации»  
<https://online.edu.ru/public/promo>

**7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения:(ноутбук, проектор, экран).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ННГУ.

Программа дисциплины **Математическое и имитационное моделирование** составлена в соответствии с образовательным стандартом высшего образования (ОС ННГУ) бакалавриат по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (приказ ННГУ от 17.05.2023 года № 06.49-04-0214/23)

Автор(ы):

К.п.н., доцент

Статуев А.А.

Рецензент (ы):

д.т.н., профессор

Ямпурин Н.П.

Кафедра математики, физики и информатики

д.п.н., доцент

Фролов И.В.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 24.05.2023 года, протокол № 5

Председатель МК

к.п.н., доцент

факультета естественных и математических наук

Володин А.М.

П.6. а) СОГЛАСОВАНО:

Заведующий библиотекой

Федосеева Т.А.