

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
"ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"**

**Институт естественных наук**

**Кафедра информационных систем и компьютерного моделирования**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование**

**дисциплины (модуля): Математическое и компьютерное  
моделирование биотехнологических  
процессов**

**Уровень ОПОП: Бакалавриат**

**Направление подготовки: 19.03.01 Биотехнология**

**Профиль подготовки: Общая и прикладная биотехнология**

**Форма обучения: Очная**

**Срок обучения: 2024 - 2028 уч. г.**

**Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология (приказ № 736 от 10.08.2021 г.) и учебного плана, утвержденного Ученым советом (от 26.05.2023 г., протокол № 9)**

**Разработчики:**

**Хохлова С.С., кандидат физико-математических наук, доцент**

**Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры, протокол № 06 от 19.06.2023 года**

**Зав. кафедрой**



**Хоперсков А.В.**

## 1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины - формирование навыков математического и компьютерного моделирования типичных химико-биологических, технологических, проектных и организационно-экономических процессов на биотехнологических производствах. А также освоение некоторых методов оптимизации процессов и принятия эффективных решения на основе адекватного математического моделирования. Готовность использовать методы математического и компьютерного моделирования материалов и технологических процессов, готовностью к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез.

Задачи дисциплины:

- формирование и усвоения обучающимися теоретических основ математического и компьютерного моделирования процессов пищевых производств в объёме и формате необходимых для профессиональной деятельности,
- дать представление о содержании и специфике оптимизационного математического и компьютерного моделирования ряда типичных проблемных ситуаций на производстве,
- сформировать навыки подбора и конструирования математической модели адекватной конкретным целям производственного процесса,
- научиться интерпретировать результаты математического и компьютерного моделирования и оптимизации и применять их для обоснования хозяйственных и управленческих решений,
- освоить базовые методы управления процессами на основе сетевых моделей,
- сформировать основу для дальнейшего самостоятельного изучения методов математического и компьютерного моделирования и анализа технологических, производственных и бизнес-процессов для целей прогнозирования или оптимизации.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Математическое и компьютерное моделирование биотехнологических процессов» относится к обязательной части учебного плана.

Дисциплина изучается на 3 курсе.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций, определенных учебным планом в соответствии с ФГОС ВО.

Выпускник должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

- **ОПК-2 Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ профессиональной информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий, включая проведение расчетов и моделирование, с учетом основных требований информационной.**

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины

Студент должен знать:

- организацию биотехнологического производства; производственного процесса принципов его организации, типов, форм и методов организации производства;

- биохимию и физиологию микроорганизмов других биологических объектов;
- закономерности развития и функционирования популяций микробных, животных и растительных клеток;
- принципы конструирования БАВ с заданными свойствами;
- методы исследования биоорганических соединений и пищевых продуктов;
- математические модели биопроцессов;
- стехиометрию процессов культивирования микроорганизмов.

Студент должен уметь:

- определять кинетические и термодинамические закономерности процессов роста микробных, животных и растительных клеток; осуществлять химико-технический, биохимический и микробиологический контроль биотехнологического процесса;
- строить эмпирические модели с использованием пакетов программ статистической обработки данных.
- использовать методы получения высокопродуктивных штаммов микроорганизмов;
- готовить презентации, оформлять научно-технические отчеты по результатам выполненной работы.

Студент должен владеть навыками:

- управлением технологическими системами и методами регулирования биотехнологических процессов;
- проведением химического и биохимического анализа и метрологической оценки их результатов

**- ОПК-3 Способен принимать участие в разработке алгоритмов и программ, пригодных для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности.**

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины.

Студент должен знать:

- принципы конструирования БАВ с заданными свойствами;
- методы исследования биоорганических соединений и пищевых продуктов;
- математические модели биопроцессов;

Студент должен уметь:

- строить эмпирические модели с использованием пакетов программ статистической обработки данных.
- использовать методы получения высокопродуктивных штаммов микроорганизмов;
- готовить презентации, оформлять научно-технические отчеты по результатам выполненной работы.

Студент должен владеть:

- методами совершенствования биопроцесса;
- в моделировании и масштабировании биотехнологического процессов.

**- ОПК-7 -Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы.**

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины.

Студент должен знать:

- системы управления биотехнологическими процессами;
- новые научные решения, определяющие прогресс биотехнологии на современном этапе;

Студент должен уметь:

- использовать научную литературу, относящуюся к сфере профессиональной деятельности;
- использовать базы данных, программные продукты и ресурсы Интернета для решения профессиональных задач;
- готовить презентации, оформлять
- научно-технические отчеты по результатам выполненной работы.

Студент должен владеть:

- методами моделирования и масштабирования биотехнологического процесса;
- методами управления технологическими системами и методами регулирования биотехнологических процессов.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Пятый семестр
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
Практические	68	68
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>76</b>	<b>76</b>
<b>Виды промежуточной аттестации</b>		
Зачет с оценкой		+
<b>Общая трудоемкость часы</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Общая трудоемкость зачетные единицы</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

#### 5. Содержание дисциплины.

##### 5.1 Содержание дисциплины: Практические (68ч.)

Пятый семестр (68ч.)

**МОДУЛЬ 1. Элементы моделирования и оптимизации на базе линейного и динамического программирования.**

**Тема 1.1. Модели и задачи линейного программирования (4ч.)**

*Метод активного / интерактивного обучения – метод лекция – презентация (2 час.)*

Общая задача нелинейного программирования. Допустимые множества, критерий оптимизации и целевая функция, геометрическая интерпретация. Задача линейного программирования (ЛП), примеры задач ЛП. Нормальная (стандартная) и каноническая формы ЛП. Допустимое множество задачи ЛП, свойства. Оптимальное решение, свойства, отсутствие оптимального решения в задачах ЛП. Графический метод решения конкретной задачи ЛП, метод решения задач ЛП, вершин (симплекс-метод). Решение задач ЛП в среде MS Excel. Анализ чувствительности в задачах ЛП, его использование. Задача оптимизации составления рецептов продуктов пищевых производств. Транспортная задача ЛП, примеры её использования для моделирования и оптимизации.

**Задачи на усвоение базовых элементов математических моделей и задач линейного программирования(4 ч.)**

*Метод активного / интерактивного обучения – метод ситуационного анализа (ситуационные задачи) (2 ч.)*

1. Построение моделей ЛП по первичному описанию производственной проблемы, определение искомым переменных и параметров.

2. Формулировка оптимизационной задачи ЛП. Построение целевой функции проблемного процесса и составление ограничений в виде неравенств и уравнений.
3. Графическое решение простейших задач ЛП. Случаи отсутствия решений. Обсуждение свойств оптимальных решений.
4. Проверка опорного плана на оптимальность. Алгоритм симплекс – метода.
5. Решение задач ЛП в среде MS Excel в приложении «Поиск решения».
6. Разбор базового примера «Оптимизация товарной номенклатуры при заданных объёмах ресурсов».

Разбор базового примера «Оценка и оптимизация нарушения технологических норм в коммерческих производствах». Выдача ИДЗ №1.

### **Тема 1.2. Базовые алгоритмы и задачи динамического программирования (4ч).**

*Метод активного / интерактивного обучения – метод Лекция- презентация (2 час.)*

Постановка дискретной задачи динамического программирования (ДП). Структура и основные элементы модели и алгоритма решения. Фазовое пространство, управления и траектория в модели для данной задачи. Функция, уравнение и принцип оптимальности Беллмана. Алгоритм решения задач ДП, прямой и обратный ход расчётов. Примеры стандартных задач ДП с решением. Задачи оптимальной эксплуатации оборудования и инвестирования.

### **Специальные модели и задачи ЛП (6 ч).**

*Метод активного / интерактивного обучения – метод ситуационного анализа (ситуационные задачи) (2 час.)*

1. Анализ решения задачи ЛП на устойчивость и его использование.
2. «Транспортная задача» ЛП, модель и постановка.
3. Планы в «Транспортной задаче» (ТЗ) и их оптимальность.
4. Моделирование и оптимизация на базе ТЗ. Базовый пример выполнения контракта на предприятии с несколькими цехами.
5. Решение задач ЛП в среде MS Excel в приложении «Поиск решения».
6. Задача о назначениях как частный случай ТЗ. Использование.
7. Параметрические и целочисленные задачи ЛП.
8. Задачи составления оптимальных рецептур новых продуктов с заданными свойствами.

Выдача ИДЗ № 2 и обсуждение тем рефератов.

### **Модели и задачи динамического программирования (6 ч).**

*Метод активного / интерактивного обучения – метод ситуационного анализа (ситуационные задачи) (4 час.)*

1. Запись модели и постановки конкретной дискретной задачи динамического программирования (ДП).

Обсуждение структура и основных элементов задачи ДП; функция, уравнение и принцип оптимальности Беллмана.

2. Задача оптимальной эксплуатации оборудования: алгоритм решения, прямой и обратный ход расчётов.
3. Примеры стандартных задач ДП (управление запасами, инвестирование, эксплуатация восстанавливаемых биоресурсов).

Обсуждение и выдача ИДЗ №3.

### **Контрольная работа №1 (2 часа).**

1. Графический метод решения задач ЛП.
2. Моделирование и составление ЗЛП для конкретных экономических

ситуаций.

3. Симплекс-метод решения ЗЛП. Все шаги алгоритма
4. Диагностика важных случаев при реализации симплекс-метода.
5. Транспортная задача.
6. Простейшие задачи ДП.

## **МОДУЛЬ 2. Элементы теории принятия решений и многокритериальной оптимизации.**

### **Тема 2.1. Постановка, основные элементы и модельные подходы к решению задачи многокритериальной оптимизации(4ч).**

*Метод активного / интерактивного обучения – метод  
Лекция- дискуссия (2 час.)*

Формирование множества альтернатив в производственной и экспертной деятельности. Критериальный язык описания выбора, количественные и качественные шкалы измерения критериев. Формулировки типичных оптимизационных задач многокритериального выбора (составление рецептов и другие). Примеры многокритериальных задач линейного программирования. Бинарные отношения на множестве альтернатив, их типы и свойства. Парето оптимальность при нескольких критериях, Паретова граница; Проблема определения функции выбора. Отсутствие универсального метода согласования групповых решений (теорема Эрроу).

### **Постановка, основные элементы и модельные подходы к решению задачи многокритериальной оптимизации (4 ч).**

*Метод активного / интерактивного обучения – метод ситуационного анализа (ситуационные задачи) (2 час.)*

1. Примеры формирования множества альтернатив в производственной и экспертной деятельности.
2. Построение, анализ и расчёт количественных и качественных шкал измерения критериев.
3. Формулировки типичных оптимизационных задач многокритериального выбора (составление рецептов и другие).
4. Примеры многокритериальных задач линейного программирования.
5. Бинарные отношения на множестве альтернатив, их типы и свойства.
6. Поиск Парето оптимальных решений. Паретова граница.
7. Функции выбора. Противоречия и согласования групповых решений. 8. Анализ и смысл теоремы Эрроу.
8. Обсуждение и выдача ИДЗ № 3

### **Тема 2.2. Базовые методы решения задач многокритериальной оптимизации и принятия решений (4ч).**

Метрики в критериальном пространстве, метод опорной (идеальной) точки нахождения эффективных решений. Метрики на множестве ранжировок, медиана Кемени – Снелла. Иерархия критериев и весовые коэффициенты важности, метод главного критерия. Методы условной оптимизации, метод уступок. Использование обобщённых критериев, линейные, максиминные и другие свёртки, достижение Парето-оптимальности.

### **Решение типичных задач многокритериальной оптимизации и принятия решений**

**(4ч).**

**Метод активного / интерактивного обучения – метод ситуационного анализа (ситуационные задачи) (2 час.)**

1. Метрики в критериальном пространстве.
2. Метод опорной (идеальной) точки нахождения эффективных решений.
3. Метрики на множестве ранжировок, метод медианы Кемени – Снелла.
4. Иерархия критериев и весовые коэффициенты важности, метод главного критерия.
5. Методы условной оптимизации, метод уступок.
6. Использование обобщённых критериев, линейные, максиминные и другие свёртки, достижение Парето-оптимальности.
7. Статистический анализ согласования критериев.

**МОДУЛЬ 3. Элементы сетевого планирования и управления.**

**Тема 3.1. Задачи и основные элементы сетевых моделей планирования и управления (4ч).**

Базовые элементы модели сетевого планирования и управления (СПУ) на предприятии. Типичные задачи СПУ, проектный подход к планированию технологических и бизнес – процессов. Сетевой график операций процесса, элементы и правила построения. Методы CPM и PERT, основные временные характеристики сетевого графика и его ключевые элементы, критические показатели и пути; линейный график Ганта совокупности работ.

**Задачи оптимизации в моделях СПУ (4ч).**

1. Постановка типичных оптимизационных задач СПУ.
2. Оптимизация затрат на реализацию и ускорение проектов.
3. Построение диаграммы ресурсов технологических процессов.
4. Оптимизация использования дефицитных ресурсов в сетевых процессах,

Оптимизация производственных потоков в сетевых моделях и другие задачи.

**Тема 3.2. Элементы оптимизации в моделях сетевого планирования и управления (4ч).**

Постановка типичных оптимизационных задачи СПУ. Оптимизация затрат на реализацию и ускорение проектов. Оптимизация использования дефицитных ресурсов в сетевых процессах, построение диаграммы ресурсов. Оптимизация классических потоков на сетях и другие задачи.

**Контрольная работа № 2 (2 часа).**

1. Задачи многокритериальной оптимизации.
2. Задачи ДП.
3. Временные характеристики на сетевых графиках.
4. Оптимизация ускорения и заморозки проектов.
5. Оптимизация управления ресурсами в проекте.
2. Ответы на теоретические вопросы.

**6. Виды самостоятельной работы студентов по дисциплине**

**Пятый семестр (76 ч.)**

**Вид СРС: Подготовка к модульным контрольным работам (76 ч.)**

## **Тематика заданий СРС: Тематика заданий соответствует содержанию дисциплины**

### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Математическое и компьютерное моделирование биотехнологических процессов» включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение заданий;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов состоит из подготовки к практическим занятиям, работы над рекомендованной литературой, написания докладов по теме семинарского занятия, подготовки презентаций, решения задач.

При организации самостоятельной работы преподаватель должен учитывать уровень подготовки каждого студента и предвидеть трудности, которые могут возникнуть при выполнении самостоятельной работы. Преподаватель дает как общие для группы, так и индивидуальные и дифференцированные задания. Некоторые из них могут осуществляться в группе (например, подготовка доклада и презентации по одной теме могут делать несколько студентов с разделением своих обязанностей – один готовит научно-теоретическую часть, а второй проводит анализ практики).

#### **Общая характеристика заданий для самостоятельного выполнения**

1. Выполнение домашней, внеаудиторной части практических работ, связанной с математическими и компьютерными вычислениями, и графической визуализацией найденных решений.
2. Составление индивидуального набора решённых игровых задач с графической и символической визуализацией структуры игровой модели и равновесного решения
3. Написание реферата по теме, предложенной преподавателем или самостоятельно выбранной студентом и согласованной с преподавателем.

Решение дополнительных индивидуальных и общих заданий, дополнительных к темам обязательных домашних работ.

### **Самостоятельная работа по выполнению аналитических расчётно-графических заданий по каждой изучаемой теме.**

#### **1.1 Выполнение аналитических расчётно-графических заданий по Темам**

**№ 1.1** включает вопросы:

Построение линейной модели данной проблемной ситуации, введение и описание переменных и параметров, запись всех ограничений в виде неравенств или уравнений, построение целевой функции, формулировка оптимизационной задачи, решение её заданным методом, анализ решения на зависимость от параметров.

#### **1.2 Выполнение аналитических расчётно-графических заданий по Темам**

**№ 1.2** включает вопросы:

Построение динамической модели процесса, введение, описание и обозначение всех фазовых переменных и управлений модели, запись динамических уравнений ДП, запись функций Беллмана для данной модели, последовательное решение уравнений Беллмана, нахождение оптимальных значений управлений и фазовых переменных, запись оптимальной траектории.

#### **1.3 Выполнение аналитических расчётно-графических заданий по**

**Темам № 2.1 – 2.2** включая вопросы:



Запись множества альтернатив, критериев и заданных упорядочиваний (ранжировок), выбор метода определения Парето - решения. Реализация метода и расчёты. Сравнение с альтернативными методами решения.

**1.4** Выполнение аналитических расчётно-графических заданий по **Темам № 3.1 –3.2** включая вопросы:

Построение сетевого графика процесса, нахождение временных характеристик работ и критических элементов, построение графика Ганта, манёвры работ для оптимизации процесса. Построение диаграммы ресурсов, оптимизация дефицитных ресурсов с указанием действий. Оптимизация затрат на ускорение или замедление проекта. Расчёты.

## **2. Самостоятельная работа по подготовке и написанию Аналитического реферата.**

### **Методические указания к выполнению реферата. Цели и задачи реферата**

Реферат (от лат. *refereo* — докладываю, сообщаю) представляет собой краткое изложение проблемы практического или теоретического характера с формулировкой определенных выводов по рассматриваемой теме. Избранная студентом проблема изучается и анализируется на основе одного или нескольких источников. В отличие от курсовой работы, представляющей собой комплексное исследование проблемы, реферат направлен на анализ одной или нескольких научных работ.

*Целями* написания реферата являются:

- развитие у студентов навыков поиска актуальных проблем современного законодательства;
- развитие навыков краткого изложения материала с выделением лишь самых существенных моментов, необходимых для раскрытия сути проблемы;
- развитие навыков анализа изученного материала и формулирования собственных выводов по выбранному вопросу в письменной форме, научным, грамотным языком.

*Задачами* написания реферата являются:

- научить студента максимально верно передать мнения авторов, на основе работ которых студент пишет свой реферат;
- научить студента грамотно излагать свою позицию по анализируемой в реферате проблеме;
- подготовить студента к дальнейшему участию в научно – практических конференциях, семинарах и конкурсах;
- помочь студенту определиться с интересующей его темой, дальнейшее раскрытие которой возможно осуществить при написании курсовой работы или диплома;
- уяснить для себя и изложить причины своего согласия (несогласия) с мнением того или иного автора по данной проблеме.

### **Основные требования к содержанию реферата**

Студент должен использовать только те материалы (научные статьи, монографии, пособия), которые имеют прямое отношение к избранной им теме. Не допускаются отстраненные рассуждения, не связанные с анализируемой проблемой. Содержание реферата должно быть конкретным, исследоваться должна только одна проблема (допускается несколько, только если они взаимосвязаны). Студенту необходимо строго придерживаться логики изложения (начать с определения и анализа понятий, перейти к постановке проблемы, проанализировать пути ее решения и сделать соответствующие выводы). Реферат должен заканчиваться выведением выводов по теме.

По своей *структуре* реферат состоит из:

1. Титульного листа;
2. Введения, где студент формулирует проблему, подлежащую анализу и исследованию;
3. Основного текста, в котором последовательно раскрывается избранная тема. В

отличие от курсовой работы, основной текст реферата предполагает разделение на 2-3 параграфа без выделения глав. При необходимости текст реферата может дополняться иллюстрациями, таблицами, графиками, но ими не следует "перегружать" текст;

4. Заключение, где студент формулирует выводы, сделанные на основе основного текста.

5. Списка использованной литературы. В данном списке называются как те источники, на которые ссылается студент при подготовке реферата, так и иные, которые были изучены им при подготовке реферата.

Объем реферата составляет 10-15 страниц машинописного текста, но в любом случае не должен превышать 15 страниц. Интервал – 1,5, размер шрифта

– 14, поля: левое — 3см, правое — 1,5 см, верхнее и нижнее — 1,5см. Страницы должны быть пронумерованы. Абзацный отступ от начала строки равен 1,25 см.

#### **Примерная (базовая) тематика рефератов.**

Построение линейных оптимизационных моделей технологических процессов пищевых производств.

Моделирование и оптимизация процессов составления рецептов продуктов с заданными функциональными свойствами.

Решение оптимизационных производственных задач в среде MS Excel в приложении «Поиск решений».

Нетривиальные примеры моделирования на базе Транспортной задачи ЛП проблем с «нетранспортным содержанием».

Содержательные примеры моделей и задач, решаемых с помощью динамического программирования.

Модели и задачи ДП оптимального управления эксплуатацией технологического оборудования.

Многокритериальные задачи формирования рецептов пищевых продуктов с учётом коммерческих факторов.

Типичные проблемы и задачи принятия решений при организации пищевых производств.

Методы главного критерия и условной оптимизации в прикладных задачах многокритериальной оптимизации в пищевых производствах.

Построение сетевых графиков технологических и бизнес- процессов.

Планирование управлением операций на основе временных характеристик сетевых графиков процессов.

Построение и анализ сетевых графиков технологических и бизнес-процессов в популярных пакетах ПО.

Построение диаграмм временных затрат ресурсов в моделях СПУ.

Оптимизация затрат технологических и бизнес-процессов при ускорении или заморозки выполнения проекта.

Оптимизация дефицитных ресурсов в моделях СПУ управления затрат технологическими и бизнес-процессами.

## **7. Тематика курсовых работ(проектов)**

Курсовые работы (проекты) по дисциплине не предусмотрены.

## **8. Фонд оценочных средств. Оценочные материалы**

### **8.1. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания**

В рамках изучаемой дисциплины студент демонстрирует уровни овладения компетенциями:  
 Повышенный уровень:

обучающийся демонстрирует глубокое знание учебного материала; способен использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных ситуациях; способен анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения практико-ориентированных заданий.

Базовый уровень:

обучающийся способен понимать и интерпретировать освоенную информацию; демонстрирует осознанное владение учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности, необходимыми для решения практико-ориентированных заданий

Пороговый уровень:

обучающийся обладает необходимой системой знаний и владеет некоторыми умениями; демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных заданий на репродуктивном уровне

Уровень ниже порогового:

система знаний, необходимая для решения учебных и практико-ориентированных заданий, не сформирована; обучающийся не владеет основными умениями, навыками и способами деятельности

Уровень сформированности компетенции	Шкала оценивания для промежуточной аттестации	Шкала оценивания по БРС
	Зачет с оценкой	
Повышенный	5 (отлично)	91 и более
Базовый	4 (хорошо)	71 – 90
Пороговый	3 (удовлетворительно)	60 – 70
Ниже порогового	2 (неудовлетворительно)	Ниже 60

Критерии оценки знаний студентов по дисциплине

Оценка	Показатели
Отлично	Обучающийся демонстрирует: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; выраженную способность самостоятельно и творчески решать

	<p>сложные проблемы в нестандартной ситуации; полное и глубокое усвоение основной, и дополнительной литературы, по изучаемой учебной дисциплине; умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин; творческую самостоятельную работу на учебных занятиях, активное творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>
Хорошо	<p>Обучающийся демонстрирует: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной дисциплины; использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность решать сложные проблемы в рамках учебной дисциплины; свободное владение типовыми решениями; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по учебной дисциплине; умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку; активную самостоятельную работу на учебных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>
Удовлетворительно	<p>Обучающийся демонстрирует: достаточные знания в объеме рабочей программы по учебной дисциплине; использование научной терминологии, грамотное, логически правильно изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках изучаемой дисциплины; усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по дисциплине; работу на учебных занятиях под руководством преподавателя, фрагментарное участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.</p>
Неудовлетворительно	<p>Обучающийся демонстрирует: фрагментарные знания в рамках изучаемой дисциплины; знания отдельных литературных источников, рекомендованных рабочей программой по учебной</p>

	дисциплине; неумение использовать научную терминологию учебной дисциплины, наличие в ответе грубых, логических ошибок; пассивность на занятиях или отказ от ответа, низкий уровень культуры исполнения заданий.
--	---

## 8.2. Вопросы, задания текущего контроля

В целях освоения компетенций, указанных в рабочей программе дисциплины, предусмотрены следующие вопросы, задания текущего контроля:

**- ОПК-2 Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ профессиональной информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий, включая проведение расчетов и моделирование, с учетом основных требований информационной.**

Студент должен знать:

- процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, представления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов (информационные технологии); современные инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе системы искусственного интеллекта, используемые для решения задач профессиональной деятельности, и принципы их работы

**- ОПК-3 Способен принимать участие в разработке алгоритмов и программ, пригодных для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности.**

Студент должен знать:

- процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов (информационные технологии); логику построения и принципы функционирования современных языков программирования и языков работы с базами данных, среды разработки информационных систем и технологий, принципы разработки алгоритмов и компьютерных программ; современные языки программирования и языки работы с базами данных, среды разработки информационных систем и технологий.

Задания:

1. Компания с ограниченной ответственностью "XYZ" заключила контракт на проведение работ по проекту. Менеджер проекта установил, что данный проект состоит из восьми основных операций. Приведем детальное описание этих операций:

Таблиц а10.15. Операции, сроки выполнения и потребности в рабочей силе.

Операции	Предшествующие операции	Время	Число человек, необходимое для операции
A	-	3	1
B	-	6	1
C	-	7	2
D	A	8	2
E	C	4	1
F	B, E	3	2
G	C	10	2

Н	F, G	3	1
---	------	---	---

"XYZ" может выделить только четырех человек для проведения работ для выполнения проекта. Предположим, что каждый из рабочих может выполнять любую операцию.

1. Считая началом работ ранние сроки их начала, построить график Ганта.
2. Построить диаграмму ресурсов на каждый день выполнения проекта.
3. Определить наличие дефицита рабочих и предложить способ его ликвидации (минимизации) с помощью использования резервов времени

2. Допустимое множество задачи линейного программирования, свойства.

3. Оптимальное решение в задаче линейного программирования, свойства.

Студент должен уметь:

- выбирать языки программирования и языки работы с базами данных, среды разработки информационных систем и технологий, исходя из имеющихся задач; применять современные языки программирования для разработки оригинальных алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения, вести базы данных и информационные хранилища, применять современные программные среды разработки информационных систем и технологий; читать коды программных продуктов, написанных на освоенных языках программирования, и вносить требуемые изменения; анализировать профессиональные задачи, разрабатывать подходящие ИТ-решения; самостоятельно осваивать новые для себя современные языки программирования и языки работы с базами данных, среды, разработки информационных систем и технологий

Задания:

1. Рассмотрите следующий проект:

Работа	Непосредственно предшествующие работы	Время выполнения, недели
<i>A</i>	—	5
<i>B</i>	—	3
<i>C</i>	<i>A</i>	7
<i>D</i>	<i>A</i>	6
<i>E</i>	<i>B</i>	7
<i>F</i>	<i>D, E</i>	3
<i>G</i>	<i>D, E</i>	10
<i>H</i>	<i>C, F</i>	8

Найдите критический путь. Вопросы:

1. За какое минимальное время может быть выполнен проект?
2. Сколько работ находится на критическом пути?
3. На сколько недель можно отложить выполнение работы *D* без отсрочки завершения проекта в целом?
4. На сколько недель можно отложить выполнение работы *C* без отсрочки завершения проекта в целом?

2. Нефтеперерабатывающий завод получает 4 различных полуфабриката: 400 тыс. л алкилата,

250 тыс. л крекинг-бензина, 350 тыс. л бензина прямой перегонки и 100 тыс. л изопентона. В результате смешивания этих четырех компонентов в разных пропорциях образуются три сорта авиационного бензина: бензин А 2:3:5:2, бензин Б - 3:1:2:1 и бензин С - 2:2:1:3.

Стоимость 1 тыс. л указанных сортов бензина характеризуется числами 12000 руб., 10000 руб., 15000 руб. Необходимо решить многокритериальную задачу.

Критерий 1. Максимизация стоимости всей продукции. Критерий 2. Минимизация остатков полуфабрикатов.

**3. Распределение ресурса осуществляется в соответствии с конкурсным механизмом. Пять Потребителей сообщили Центру свои заявки: 5, 8, 6, 9, 8 и показатели эффекта: 12, 21, 18, 23, 23 соответственно. Как должен быть распределен между Потребителями ресурс объемом 25? Предложите и обоснуйте свой вариант.**

**Студент должен владеть:**

- навыками разработки оригинальных алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения; навыками отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач

Задания:

**1. В таблице приведены характеристики выполнения некоторого комплекса работ при нормальном и срочном режимах их выполнения. Предполагается, что в пределах между нормальным и срочным режимами выполнения работ возможен любой срок выполнения, а затраты на ускорение пропорциональны сокращения времени (N – номер варианта).**

Работ а	Нормальный режим		Срочный режим	
	Продолжительность (дни)		продолжительн ость	стоимость (млн. руб.)
(1,2)	3	6	2	11
(1, 3)(1, 4)	5 4	8 7	3 3	12 9
(2,5)	10 + N	25 + N	8 + N	30 + N
(3,5)	8	20	6	24
(3,6)	15 + N	26 + N	12 + N	30 + N
(4,6)	13 + N	24	10 + N	30
(5,7)	8	15	6	25
(6,7)	4	10	3	15

Рассчитать временные характеристики сетевого графика при нормальном режиме работы. Найти критический срок, полный резерв времени для работ и определить стоимость работ.

Рассчитать временные характеристики сетевого графика при срочном режиме работ. Найти критический срок и определить стоимость работ.

Определить, на сколько дней можно максимально сократить время выполнения работ исходя из выделенных на это средств 6 + N млн. руб.

Определить минимальное увеличение затрат на комплекс работ при сокращении общего срока выполнения на 5 дней.

**Пример 1.** Телевизионная фирма планирует создание кабельной сети для обслуживания 5 районов-новостроек. Числа на ребрах указывают длину кабеля (рис. 1). Узел 1 — телевизионный центр. Отсутствие ребра между двумя узлами означает, что соединение

соответствующих новостроек либо связано с большими затратами, либо невозможно.  
 Найти такое соединение кабелем районов-новостроек, чтобы длина его была минимальной.

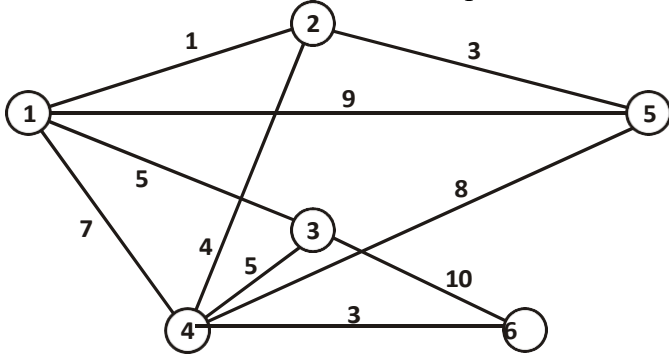


Рисунок 1

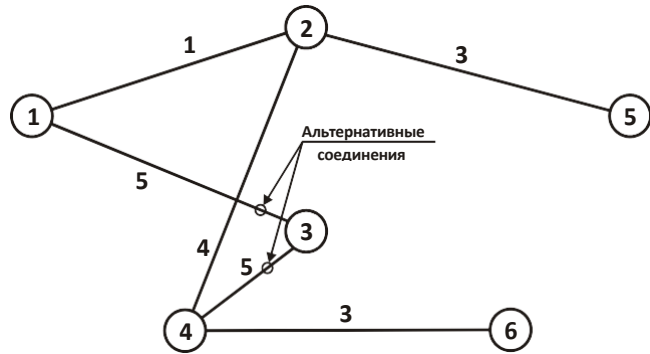


Рисунок 2

## 2. Задача нахождения минимального остовного дерева)

Районной администрацией принято решение о газификации одного из небольших сел района, имеющего 10 жилых домов.

Расположение домов указано на рис. 3. Числа в кружках обозначают условный номер дома. Узел **11** является газопонижающей станцией.

Разработать такой план газификации села, чтобы общая длина трубопроводов была наименьшей.

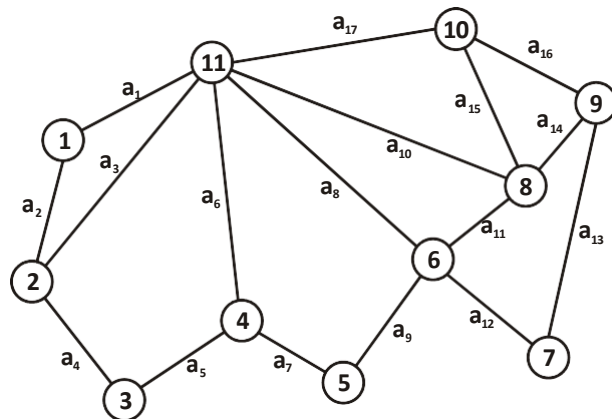


Рисунок 3

Значения коэффициентов условия задачи

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a1	200	180	220	150	170	190	230	160	210	240



a2	60	70	50	40	80	70	30	100	90	40
a3	250	270	290	220	230	240	280	250	260	300
a4	110	130	120	140	100	150	200	170	190	180
a5	150	140	110	100	120	130	160	150	140	110
a6	300	320	310	350	330	360	340	310	290	370
a7	80	90	70	100	60	50	70	40	50	90
a8	350	370	360	390	340	380	330	390	360	400
a9	120	130	140	190	150	180	170	160	140	160
a10	400	440	420	430	470	450	410	460	440	470
a11	210	190	200	210	220	180	230	170	180	190
a12	40	50	30	60	80	70	90	80	50	40
a13	120	130	150	120	100	170	160	70	90	110
a14	30	40	50	60	30	50	80	70	90	40
a15	70	50	40	60	30	80	70	90	40	50
a16	20	40	30	50	30	70	20	60	40	50
a17	550	580	570	590	530	520	560	630	600	610

3. Консалтинговая компания «Системы управленческих решений» специализируется на разработке систем поддержки проектов. Компания заключила контракт на разработку компьютерной системы, предназначенной для помощи руководству фирмы при планировании капиталовложений.

Руководитель проекта разработал следующий перечень взаимосвязанных работ:

Работа	Непосредственно предшествующие работы	Время выполнения, недели
<i>A</i>	—	4
<i>B</i>	—	6
<i>C</i>	—	5
<i>D</i>	<i>B</i>	2
<i>E</i>	<i>A</i>	9

Работа	Непосредственно предшествующие работы	Время выполнения, недели
<i>F</i>	<i>B</i>	4
<i>G</i>	<i>C, D</i>	8
<i>H</i>	<i>B, E</i>	3
<i>I</i>	<i>F, G</i>	5
<i>J</i>	<i>H</i>	7

Постройте графическое представление проекта. Используйте метод *CPM* для нахождения критического пути.

Вопросы:

1. Какова длина критического пути?
2. Сколько работ находится на критическом пути?
3. Каков резерв выполнения работы  $F$ ?

- **ОПК-7** -Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы.

Студент должен знать:

- цели и задачи проводимых исследований и разработок; методы проведения экспериментальных исследований, основанные на закономерностях физики, химии, физической химии, биологии и микробиологии методы статистического анализа и обработки результатов эксперимента.

Задания:

**Задание 1.** *Сколько производить?*

Предприятие располагает ресурсами сырья и рабочей силы, необходимыми для производства двух видов продукции. Затраты ресурсов на изготовление одной тонны каждого продукта, прибыль, получаемая предприятием от реализации тонны продукта, а также запасы ресурсов указаны в следующей таблице:

Вопросы:

	Расход ресурса		Запас ресурса
	на продукт 1	на продукт 2	
Сырье, т	3	5	120
Трудозатраты, ч	14	12	400
Прибыль на единицу продукта, тыс. руб./т	30	35	

1. Сколько продукта 1 следует производить для того, чтобы обеспечить максимальную прибыль?
2. Сколько продукта 2 следует производить для того, чтобы обеспечить максимальную прибыль?
3. Какова максимальная прибыль?
4. На сколько возрастет максимальная прибыль, если запасы сырья увеличатся на 1 т?
5. На сколько возрастет максимальная прибыль, если допустимый объем трудозатрат увеличится с 400 до 500 ч?

*Модель.* Пусть  $x_1$ — объем выпуска продукта 1 в тоннах,  $x_2$ — объем выпуска продукта 2 в тоннах. Тогда задача может быть описана в виде следующей модели линейного программирования:

$$\begin{aligned}
 &30x_1 + 35x_2 \rightarrow \max, \\
 &3x_1 + 5x_2 \leq 120, \\
 &14x_1 + 12x_2 \leq 400, \\
 &x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0.
 \end{aligned}$$

Используя приложение «Поиск решения» Excel найти решение.

**Задание 2.** Предприятие выпускает два вида продукции А и В, для производства которых используется сырье трех видов. На изготовление единицы изделия А требуется затратить сырья каждого вида  $a_1, a_2, a_3$  кг соответственно, а для единицы изделия В-  $b_1, b_2, b_3$  кг соответственно.

Производство обеспечено сырьем каждого вида в количестве  $p_1, p_2, p_3$  кг соответственно. Стоимость единицы изделия А составляет рублей, а единицы изделия В рублей. Требуется составить план производства изделий А и В, обеспечивающий максимальную стоимость готовой продукции.

- 1) решите задачу симплекс- методом;
- 2) сформулируйте двойственную задачу и найдите ее решение;
- 3) определите интервалы устойчивости двойственных оценок по отношению к изменению сырья каждого вида в отдельности;
- 4) оцените стоимость готовой продукции, если запасы сырья каждого вида на производстве изменились на величину  $p_1, p_2, p_3$  кг соответственно. Найдите новый оптимальный план производства изделий.

Студент должен уметь:

- планировать и проводить исследования биотехнологических процессов с использованием экспериментальных физических, физико-химических, химических, биохимических, микробиологических методов; осуществлять статистическую обработку результатов экспериментов; формулировать выводы и заключения по проведенным экспериментам

Задания:

**Задание1.** Животноводческая ферма имеет возможность закупать корма четырех видов по различным ценам. В кормах содержатся питательные вещества трех видов, необходимые для кормления коров. Составьте еженедельный рацион кормления коровы, обеспечивающий с минимальными затратами нормы содержания питательных веществ.

Данные, необходимые для составления рациона, приведены в следующей таблице (содержание веществ в кормах указано в килограммах на тонну):

Корм \ Вещество	1	2	3	4	Норма содержания веществ в еженедельном рационе коровы, кг
<i>A</i>	20	40	60	10	Не менее 5
<i>B</i>	30	10	0	20	Не менее 3, не более 4
<i>C</i>	50	90	40	60	Не менее 8, не более 10
Цена 1 т корма, руб.	180	200	250	100	

Вопросы:

1. Какое количество корма 1 следует закупить для составления еженедельного рациона кормления коровы?
2. Какое количество корма 4 следует закупить для составления еженедельного рациона кормления коровы?
3. Каков общий вес еженедельного рациона коровы?

4. Каковы минимальные затраты на покупку кормов для еженедельного рациона одной коровы?
5. На сколько возрастут затраты, если еженедельный рацион должен содержать не менее 6 кг вещества А?
6. До какой величины должна возрасти цена на корм 4, чтобы использование этого корма оказалось невыгодным?

**Задание 2.** Нефтеперерабатывающая установка может работать в двух различных режимах. При работе в первом режиме из одной тонны нефти производится 300 кг темных и 600 кг светлых нефтепродуктов; при работе во втором режиме — 700 кг темных и 200 кг светлых нефтепродуктов. Ежедневно на этой установке необходимо производить 110 т темных и 70 т светлых нефтепродуктов. Это плановое задание необходимо ежедневно выполнять, расходуя минимальное количество нефти.

Вопросы:

1. Сколько тонн нефти следует ежедневно перерабатывать в первом режиме?
2. Сколько тонн нефти следует ежедневно перерабатывать во втором режиме?
3. Каков минимальный ежедневный расход нефти?
4. На сколько тонн увеличится ежедневный минимальный расход нефти, если потребуются производить в день 80 т светлых нефтепродуктов?

**Задание 3.**

Распределить оптимальным образом денежные средства инвестора величиной  $X$  между четырьмя предприятиями. От выделенной суммы зависит прирост выпуска продукции на предприятиях, значения которых приведены в таблице.

Денежные средства, X	Прирост выпуска продукции на предприятиях			
	1	2	3	4
20	9	11	13	12
40	17	33	29	35
60	28	45	38	40
80	38	51	49	54
100	46	68	61	73
120	68	80	81	92

Студент должен владеть:

- навыками проведения экспериментальных исследований биотехнологических процессов; обработки и анализа полученных экспериментальных данных; составления отчетов по теме или по результатам проведенных экспериментов

Задания:

1. Найти оптимальный план замены оборудования на период продолжительностью 6 лет, если годовой доход  $r(t)$  и остаточная стоимость  $S(t)$  в зависимости от возраста заданы в таблице, стоимость нового оборудования

равна  $P = 7$ , а возраст оборудования к началу эксплуатационного периода составляет 1 год.

(t)								
(t)								

**Задача об эксплуатации оборудования (условия задаются таблично) в течении 3-х лет.**

$t$	0	1	2	3	4	5	6	$P$
$r(t)$	10	9	9	7	7	6	6	11
$S(t)$	11	9	7	5	4	3	2	—

$t$	0	1	2	3	4	5	6	$P$
$r(t)$	12	12	11	10	8	6	3	14
$S(t)$	11	9	7	5	4	3	2	—

$t$	0	1	2	3	4	5	6	$P$
$r(t)$	10	9	8	8	6	5	4	11
$S(t)$	9	8	7	5	3	3	2	—

Оборудование эксплуатируется в течение 3 лет, после этого продается. В начале каждого года можно принять решение сохранить оборудование или заменить его новым. Стоимость нового оборудования  $P_0$ . После  $t$  лет эксплуатации оборудование можно продать за  $S(t)$  рублей (ликвидная стоимость). Доходы от эксплуатации в течение года зависят от возраста  $t$  оборудования к началу этого года и равны  $r(t)$ . Определить оптимальную стратегию эксплуатации оборудования, чтобы суммарные доходы с учетом начальной покупки и заключительной продажи были максимальны.

2. Плановое задание по изготовлению 4 видов костюмов необходимо распределить между 3 швейными фабриками. Производственные мощности  $i$ -й фабрики ( $i = 1, 2, 3$ ) позволяют за рассматриваемый период времени выпустить  $r_{ij}$  костюмов  $j$ -й модели ( $j = 1, 2, 3, 4$ ). При этом, если

других видов производиться не могут. Заданы цены  $c_j$  на костюм  $j$ -й модели и себестоимости  $s_{ij}$  изготовления  $j$ -й модели на  $i$ -й фабрике.

$$R = \begin{bmatrix} 20 & 240 & 300 & 150 \\ 240 & 300 & 200 & 300 \\ 150 & 240 & 300 & 200 \end{bmatrix}, \quad S = \begin{bmatrix} 400 & 400 & 500 & 200 \\ 250 & 300 & 250 & 400 \\ 400 & 500 & 400 & 300 \end{bmatrix},$$

$$C = [500 \ 650 \ 800 \ 500].$$

Необходимо решить многокритериальную задачу.

Критерий 1. Максимизация прибыли.

Критерий 2. Максимизация количества комплектов. Комплект состоит из 18 костюмов первого вида, 15 костюмов второго вида и по 10 костюмов третьего и четвертого видов.

все производственные мощности фабрики идут на производство костюмов водного типа, то костюмы

Необходимо решить многокритериальную задачу. Критерий 1. Максимизация прибыли.

Критерий 2. Максимизация количества комплектов. Комплект состоит из

18 костюмов первого вида, 15 костюмов второго вида и по 10 костюмов третьего и четвертого видов.

3.

Восемь Потребителей подали Центру заявки в размере 9, 18, 15, 14, 10, 13, 7, 14. Имеющийся в распоряжении Центра ресурс составляет 70. Как должен быть распределен этот ресурс в соответствии с механизмом прямых приоритетов? (Ответ: 6,3; 12,6; 10,5; 9,8; 7; 9,1; 4,9; 9,8). Распределение ресурса производится в соответствии с механизмом обратных приоритетов. Приоритеты четырех Потребителей определяются числами 26, 18, 24, 20. Какими являются равновесные стратегии (заявки) Потребителей, если имеющийся в распоряжении Центра ресурс составляет 50? (Ответ: 13,6; 11,3; 13,1; 11,9).

Постройте сетевую модель, включающую работы А, В, С, ..., L, которая отображает следующее упорядочение работ:

- 1) А, В и С – исходные операции проекта;
- 2) А и В предшествуют D;
- 3) В предшествует E, F и H;
- 4) F и C предшествуют G;
- 5) E и H предшествуют I и J;
- 6) C, D, F и J предшествуют K;
- 7) K предшествует L.

### 8.3. Вопросы промежуточной аттестации. Вопросы к зачету.

1. Общая задача нелинейного программирования, допустимое множество, критерий оптимизации и целевая функция. Геометрическая интерпретация.

2. Задача линейного программирования (ЛП), содержательные примеры задачи линейного программирования.
3. Нормальная (стандартная) и каноническая формы задачи линейного программирования.
4. Допустимое множество задачи линейного программирования, свойства.
5. Оптимальное решение в задаче линейного программирования, свойства.
6. Причины отсутствия оптимального решения в задачах ЛП.
7. Двойственная задача линейного программирования.
8. Двойственные переменные в задаче линейного программирования, смыслы. Интерпретация.
9. Анализ чувствительности в задаче линейного программирования.
10. Графический метод для решения конкретной задачи линейного программирования.
11. Метод решения задач линейного программирования, переборе вершин (симплекс-метод).
12. Какие возможности предоставляет среда MS Excel для решения задач линейного программирования (ЛП)?
13. Задача оптимизации составления рецептур продуктов пищевых производств.
14. Транспортная задача ЛП, примеры её использования для моделирования и оптимизации.
15. Постановка дискретной задачи динамического программирования (ДП). Структура и основные элементы.
16. Функция, уравнение и принцип оптимальности Беллмана.
17. Алгоритм решения задач ДП, прямой и обратный ход расчётов.
18. Примеры стандартных задач ДП, эксплуатация оборудования.
19. Критериальный язык описания выбора. Количественные и качественные шкалы измерения критериев.
20. Формулировки оптимизационных задач многокритериального выбора, множества альтернатив.
21. Бинарные отношения на множестве альтернатив.
22. Примеры многокритериальных задач линейного программирования.
23. Парето оптимальность при нескольких критериях, Паретова граница.
24. Функции выбора, отсутствие универсального метода согласования групповых решений (теорема Эрроу).
25. Метрики в критериальном пространстве. Метод опорной (идеальной) точки нахождения эффективных решений.
26. Иерархия критериев и весовые коэффициенты важности, метод главного критерия.
27. Методы условной оптимизации, метод уступок.
28. Использование обобщённых критериев, линейные, максиминные и другие свёртки.
29. Задачи сетевого планирования и управления (СПУ), методы CPM и PERT, сетевой график, правила построения.
30. Основные временные характеристики сетевого графика и ключевые элементы.
31. График Ганта и диаграммы использования ресурсов.
32. Оптимизационные задачи СПУ, оптимизация ускорения проектов.
33. Оптимизационные задачи СПУ, оптимизация использования ресурсов.
34. Модели и моделирование. Основные понятия, определения.

35. Сущность моделирования.
36. Свойства моделей. Цели моделирования.
37. Преимущества математического моделирования.
38. Обследование объекта моделирования.
39. Оценка устойчивости и чувствительности модели.
40. Постановка задачи приближения функций.
41. Сетки и сеточные функции. Свойства сеточной функции.
42. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
43. Свойства многочленов Чебышева.
44. Сходимость интерполяционного процесса, примеры Бернштейна и Рунге.
45. Принятие решений после построения модели процесса при адекватности линейной модели.

#### **8.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Промежуточная аттестация обучающихся ведется непрерывно и включает в себя: для дисциплин, завершающихся (согласно учебному плану) зачетом/зачетом с оценкой (дифференцированным зачетом), – текущую аттестацию (контроль текущей работы в семестре, включая оценивание промежуточных результатов обучения по дисциплине, – как правило, по трем модулям) и оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине;

для дисциплин, завершающихся (согласно учебному плану) экзаменом, – текущую аттестацию (контроль текущей работы в семестре, включая оценивание промежуточных результатов обучения по дисциплине, – как правило, по трем модулям) и семестровую аттестацию (экзамен) – оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине.

По дисциплинам, завершающимся зачетом/зачетом с оценкой, по обязательным формам текущего контроля студенту предоставляется возможность набрать в сумме не менее 100 баллов.

Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине ведется по 100-балльной шкале, оценка формируется автоматически как сумма количества баллов, набранных обучающимся за выполнение заданий обязательных форм текущего контроля.

По дисциплинам, завершающимся экзаменом, по обязательным формам текущего контроля студенту предоставляется возможность набрать в сумме не менее 60 баллов.

Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине ведется по 100-балльной шкале, оценка формируется автоматически как сумма количества баллов, набранных обучающимся за выполнение заданий обязательных форм текущего контроля и количества баллов, набранных на семестровой аттестации (экзамене).

Система оценивания. В соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости обучающихся Волгоградского государственного университета предусмотрена возможность предоставления студентам выполнения дополнительных заданий повышенной сложности (не включаемых в перечень обязательных и, соответственно, в перечень обязательного текущего контроля успеваемости) и получения за выполнение таких заданий «премиальных» баллов, - для поощрения обучающихся, демонстрирующих выдающие способности.



Оценка качества освоения образовательной программы включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию обучающихся и государственную итоговую аттестацию выпускников. Текущий контроль представляет собой проверку усвоения учебного материала

## **9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **9.1 Основная литература**

1. Татарников, О. В. Линейная алгебра и линейное программирование. Практикум: учебное пособие для вузов / Л. Г. Бирюкова, Р. В. Сагитов; под общей редакцией О. В. Татарникова. — Москва: Образовательная платформа Юрайт, 2023. — 53 с. Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/514082>
2. Перевалов, В. П. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие для вузов / В. П. Перевалов, Г. И. Колдобский. — Москва: Образовательная платформа Юрайт, 2023. — 53 с. — (Высшее образование). Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/509891>
3. Математическое моделирование процессов и технологических систем: учебное пособие / А. В. Шафрай, Д. М. Бородулин, И. А. Бакин, С. С. Комаров. — Кемерово: КемГУ, 2020. — 119 с. Образовательная платформа Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/162603>
4. Балдин К. В. Математическое программирование. Учебник / К. В. Балдин, Н. А. Брызгалов, А. В. Рукосуев/ Под. общ. Ред. д.э.н., проф. К. В. Балдина– М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков», 2018. – 218 с. – Режим доступа: <https://znanium.com/read?id=100977>
5. Балдин К. В. Математическое программирование. Учебник / К. В. Балдин, Н. А. Брызгалов, А. В. Рукосуев/ Под. общ. Ред. д.э.н., проф. К. В. Балдина– М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков», 2018. – 218 с. – Режим доступа: <https://znanium.com/read?id=100977>
6. Самойлов, Н. А. Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов": учебное пособие / Н. А. Самойлов. — 3-е изд., испр, и доп. — Санкт-Петербург : Образовательная платформа Лань электронно-библиотечная система., 2022. — 176 с.: Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/213272>
7. Крутских, В. В. Моделирование в Lab VIEW: учебное пособие для вузов / В. В. Крутских. — Москва: Образовательная платформа Юрайт, 2023. — 171 с. — (Высшее образование). Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/519681>

### **9.2 Дополнительная литература**

1. Кудрявцев, В. Б. Компьютерное моделирование логических процессов: учебник для вузов / В. Б. Кудрявцев, Э. Э. Гасанов, А. С. Подколзин. — 2-е изд., перераб, и доп. — Москва : Образовательная платформа Юрайт, 2024. — 143 с. — (Высшее образование). -, Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/488541>
2. Палий, И. А. Линейное программирование: учебное пособие для вузов / И. А. Палий. — 2-е изд., испр, и доп. — Москва: - Образовательная платформа Юрайт, 2023. — 175 с. — (Высшее образование). — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/514977>
3. Маликов, Р. Ф. Основы математического моделирования: учебное пособие для вузов / Р. Ф. Маликов. — 2-е изд. — Москва: Образовательная платформа Юрайт, 2023. — 403 с. — (Высшее образование). Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/520383>

### **9.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://elibrary.ru/> - ELIBRARY.RU
2. <https://www.biblio-online.ru/> - ЭБС Юрайт
3. <https://e.lanbook.com/> - ЭБС "Лань"
4. <https://www.fbras.ru/?ysclid=lpvvh6jhb457763193> Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук

## **10. Методические указания по освоению дисциплины для лиц с ОВЗ и инвалидов**

При необходимости обучения студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья аудиторные занятия могут быть заменены или дополнены изучением полнотекстовых лекций, презентаций, видео- и аудиоматериалов в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета. Индивидуальные задания подбираются в адаптированных к ограничениям здоровья формах (письменно или устно, в форме презентаций). Выбор методов обучения зависит от их доступности для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья. В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального учебного плана (при необходимости), изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: - индивидуальные консультации преподавателя; - максимально полная презентация содержания дисциплины в ЭИОС (в частности, полнотекстовые лекции, презентации, аудиоматериалы, тексты для перевода и анализа и т.п.).

## **11. Перечень информационных технологий**

В учебном процессе активно используются информационные технологии с применением современных средств телекоммуникации, электронные учебники. Каждый обучающийся обеспечен неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета. ЭИОС предоставляет открытый доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к электронным библиотечным системам и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин практик.

### **11.1 Перечень программного обеспечения (обновление производится по мере появления новых версий программы)**

1. 7-zip
2. Microsoft Windows (не ниже XP)
3. Microsoft Office (не ниже 2003)
4. Антивирус Kaspersky
5. Adobe Acrobat Reader
6. Специальное программное обеспечение указывается в методических материалах по ОПОП (при необходимости)

### **11.2 Современные профессиональные базы данных и информационно-справочные системы, в т.ч. электронно-библиотечные системы (обновление выполняется еженедельно)**

Название	Краткое описание	URL-ссылка
Научная электронная библиотека	Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования.	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>
ЭБС "Лань"	Электронно-библиотечная система	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
ЭБС Znanium.com	Электронно-библиотечная система	<a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a>
ЭБС BOOK.ru	Электронно-библиотечная система	<a href="https://www.book.ru/">https://www.book.ru/</a>
ЭБС Юрайт	Электронно-библиотечная система	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>
Scopus	Scopus – крупнейшая единая база данных, содержащая аннотации и информацию о	<a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a>

	цитируемости рецензируемой научной литературы, со встроенными инструментами отслеживания, анализа и визуализации данных. В базе содержится 23700 изданий от 5000 международных издателей, в области естественных, общественных и гуманитарных наук, техники, медицины и искусства.	
Web of Science	Наукометрическая реферативная база данных журналов и конференций. С платформой Web of Science вы можете получить доступ к непревзойденному объему исследовательской литературы мирового класса, связанной с тщательно отобранным списком журналов, и открыть для себя новую информацию при помощи скрупулезно записанных метаданных и ссылок.	<a href="https://apps.webofknowledge.com/">https://apps.webofknowledge.com/</a>
КонсультантПлюс	Информационно-справочная система	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Гарант	Информационно-справочная система по законодательству Российской Федерации	<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>
Научная библиотека ВолГУ им О.В. Иншакова		<a href="http://library.volsu.ru/">http://library.volsu.ru/</a>

## 12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения лабораторных работ представляют собой компьютерные классы или лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием, в зависимости от степени сложности.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС ВолГУ.





