

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета экономики менеджмента и  
информационных технологий

  
С.А.Баркалов

«31» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины  
«Методы оптимизации»

**Направление подготовки 09.03.02 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И  
ТЕХНОЛОГИИ**

**Профиль Информационные системы и технологии в строительстве**

**Квалификация выпускника бакалавр**

**Нормативный период обучения 4 года**

**Форма обучения очная**

**Год начала подготовки 2019**

Автор программы  /Аснина Н.Г./

И.о. заведующий кафедрой  
Систем управления и  
информационных  
технологий в строительстве  /Десятирикова Е.Н./

Руководитель ОПОП  /Курипта О.В./

Воронеж 2021

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Целью курса является теоретическая подготовка студентов по основам экономико-математического моделирования и формирования у них навыков практического использования аппарата математического моделирования в решении задач обоснования управленческих решений, изучение методов обеспечения качества принимаемого решения в условиях неопределенности внешней и внутренней среды, изучение технологии разработки и принятия качественного решения.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучение теоретических основ методов оптимизации;
- освоение методов и техник обработки и анализа информации в рамках оптимизационных моделей;
- приобретение навыков решения профессиональных задач с помощью математических и инструментальных методов оптимизации.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Методы оптимизации» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Методы оптимизации» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

ПК-1 - Способен осуществлять оптимизацию работы информационных систем на основе анализа требований предметной области: строительство, ЖКХ

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
УК-1	знать методы и способы системного исследования для решения поставленных задач
	уметь применять методы и способы системного исследования для решения поставленных задач
	владеть навыками проведения системного исследования от этапа постановки задачи и выдвижения гипотез, до анализа результатов и оформления выводов
ПК-1	знать основные понятия и приемы построения математических моделей в области исследования операций
	уметь оценивать параметры моделей; содержательно интерпретировать результаты

	моделирования социально-экономических процессов и систем; анализировать их качество и иметь навыки их корректировки для получения удовлетворительных результатов
	владеть навыками построения моделей и применения методов решения задач в области исследования операций

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Методы оптимизации» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
<b>Самостоятельная работа</b>	72	72
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий  
**очная форма обучения**

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Постановка и классификация задач оптимизации	Введение. Роль методов оптимизации. Объекты оптимизации и критерии оптимальности. Формулировка и классификация задач математического программирования. Формулировка задачи вариационного исчисления.	2	-	4	6
2	Методы одномерной оптимизации	Общая характеристика методов одномерной оптимизации. Способы сокращения интервала неопределенности. Метод дихотомии. Метод золотого сечения. Метод Фибоначчи. Поиск с определением производной	6	6	12	24
3	Методы безусловной оптимизации	Необходимые и достаточные условия экстремума функции при отсутствии ограничений. Общие сведения о прямых методах безусловной оптимизации. Метод покоординатного спуска.	6	6	12	24

		Градиентные методы (простейший, с дроблением шага, наискорейшего спуска). О сходимости градиентных методов.				
4	Методы условной оптимизации	Особенности решения задач условной оптимизации. Метод неопределенных множителей Лагранжа. Теорема Куна-Таккера Метод штрафных функций. Метод барьерных функций.	6	6	12	24
5	Линейное и динамическое программирование	Примеры задач линейного программирования (ЛП). Формы записи задач ЛП. Графическое решение задач ЛП. Свойства задач ЛП. Понятие о симплекс-методе. Алгоритм симплекс-метода. Определение начального допустимого базисного решения. Метод минимизации невязок. Поиск оптимального решения. Метод искусственного базиса. Транспортная задача ЛП (Т-задача). Определение начального опорного решения и оптимального решения Т-задачи. Двойственная задача Постановка задачи. Примеры решения задач методом динамического программирования	6	6	12	24
6	Управление запасами. Методы оптимизации: оптимизация на сетях. Теория расписаний. Теория игр. Теория массового обслуживания	1. Типы задач управления запасами. Непрерывные задачи управления запасами. Простейшая, с конечным временем выгрузки продукции, задача с дефицитом, с дискретным спросом. 2. Основные положения теории графов. Понятие сети, потоковой сети, интенсивность вершин. Задача о кратчайшем и критическом пути. Задачи сводящиеся к задаче о кратчайшем и критическом пути 3. Основные положения теории расписаний. Одностадийные и многостадийные системы. Критерий оптимизации. Пример одностадийной системы с $m$ приборами. Одностадийная система с одним прибором. Система конвейерного типа с двумя приборами. Задача о назначениях	10	12	20	42
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	<b>144</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Методы минимизации для функции одной переменной

Методы безусловной оптимизации

Методы условной минимизации, использующие штрафные и барьерные функции

Оценки эффективности в методах штрафных и барьерных функций

Решение задач линейного программирования графическим методом

Решение задач линейного программирования симплексным методом

Теория двойственности

Построение вербальной модели. Построение математической модели.

Выбор метода

Задача о кратчайшем и критическом пути.

Задачи, сводящиеся к задаче о кратчайшем и критическом пути  
 Непрерывные задачи управления запасами.  
 Простейшая задача, с конечным временем выгрузки продукции  
 Задача с дефицитом, с дискретным спросом.  
 Одностадийная система с одним прибором.  
 Система конвейерного типа с двумя приборами.  
 Задача о назначениях

## **6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### **7.1.1 Этап текущего контроля**

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Аттестован</b>	<b>Не аттестован</b>
УК-1	знать методы и способы системного исследования для решения поставленных задач	Активное участие в устных опросах на занятиях, правильно отвечает на теоретические вопросы текущего контроля	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь применять методы и способы системного исследования для решения поставленных задач	Решение стандартных и конкретных прикладных задач на лабораторных работах	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками проведения системного исследования от этапа постановки задачи и выдвижения гипотез, до анализа результатов и оформления выводов	Решение стандартных и конкретных прикладных задач на лабораторных работах	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-1	знать основные понятия и приемы построения математических моделей в области исследования операций	Активное участие в устных опросах на занятиях, правильно отвечает на теоретические вопросы текущего контроля	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь оценивать параметры моделей; содержательно	Решение стандартных и конкретных прикладных	Выполнение работ в срок,	Невыполнение работ в срок,

	интерпретировать результаты моделирования социально-экономических процессов и систем; анализировать их качество и иметь навыки их корректировки для получения удовлетворительных результатов	задач на лабораторных работах	предусмотренный в рабочих программах	предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками построения моделей и применения методов решения задач в области исследования операций	Решение стандартных и конкретных прикладных задач на лабораторных работах	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
УК-1	знать методы и способы системного исследования для решения поставленных задач	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь применять методы и способы системного исследования для решения поставленных задач	Решение стандартных практически х задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками проведения системного исследования от этапа постановки задачи и выдвижения гипотез, до анализа результатов и оформления выводов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-1	знать основные понятия и приемы построения математических моделей в области исследования операций	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь оценивать параметры моделей; содержательно интерпретировать результаты моделирования социально-экономически	Решение стандартных практически х задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

х процессов и систем; анализировать их качество и иметь навыки их корректировки для получения удовлетворительных результатов			во всех задачах		
владеть навыками построения моделей и применения методов решения задач в области исследования операций	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию Тест №1

1. Какое из определений исследования операции принадлежит Е.С. Вентцель?

Методы оптимизации – это:

- А) Комплекс мер, предпринимаемых для реализации определенных операций
- Б) Искусство давать плохие ответы в тех случаях, когда иными способами даются еще худшие ответы
- В) Теория применения количественных методов анализа в процессе принятия решений во всех областях целенаправленной деятельности
- Г) Научные методы распределения ресурсов при организации производства

2. Термин "Методы оптимизации" появился ...

Варианты ответов:

- 1) в годы второй мировой войны
- 2) в 50-ые годы XX века
- 3) в 60-ые годы XX века
- 4) в 70-ые годы XX века
- 5) в 90-ые годы XX века
- 6) в начале XXI века

3. Сколько признаков проекта вы знаете?

Варианты ответов:

- 1) 2
- 2) 4
- 3) 5
- 4) 6

4. Всякое операционное исследование, как правило, проходит следующие этапы:

- Определение цели исследования и изучение предметной области.
- Формулировка проблемы и построение вербальной модели.
- Построение математической модели.
- Выбор метода.
- Проверка на адекватность.
- Внедрение полученного результата.

Вопрос: на какое место следует поставить пункт «формирование плана исследований»?

Варианты ответов:

- 1) 2
- 2) 4
- 3) 5

5. Математическое программирование...

А) занимается изучением экстремальных задач и разработкой методов их решения  
Б) представляет собой процесс создания программ для компьютера под руководством математиков

В) занимается решением математических задач на компьютере

6. В сетевой транспортной задаче условием баланса является:

- А) Необходимым и достаточным
- Б) Только необходимым
- В) Только достаточным
- Г) Ни тем, ни другим

7. Малое предприятие производит изделия двух видов. На изготовление одного изделия вида А расходуется 2 кг сырья, на изготовление одного изделия вида В – 1 кг. Всего имеется 60 кг сырья. Требуется составить план производства, обеспечивающий получение наибольшей выручки, если отпускная стоимость одного изделия вида А 3 д.е., вида В - 1 у.е., причем изделий вида А требуется изготовить не более 25, а вида В - 1 у.е., причем изделий вида А требуется изготовить не более 25, а вида В – не более

Целевой функцией данной задачи является...

- А)  $F(x_1, x_2) = 3x_1 + x_2 \rightarrow \max$
- Б)  $F(x_1, x_2) = 25x_1 + 30x_2 \rightarrow \max$
- В)  $F(x_1, x_2) = 2x_1 + x_2 \rightarrow \max$
- Г)  $F(x_1, x_2) = 60 - 2x_1 - x_2 \rightarrow \min$

Варианты ответов:

- 1) А
- 2) Б
- 3) В
- 4) Г

8. К какой математической задаче сводится задача оптимизация временной структуры проекта:

- А) К задаче о кратчайшем пути
- Б) К задаче о критическом пути
- В) К задаче Джонсона
- Г) К задаче поиска оптимальной партии заказа

9. К какому разделу исследования операций относится задача Джонсона:

- А) Оптимизация на сетях
- Б) Управление запасами
- В) Теория расписаний

## Тест № 2

1. Какое из определений исследований операций принадлежит Саати:

- А) Комплекс мер, предпринимаемых для реализации определенных операций
- Б) Искусство давать плохие ответы в тех случаях, когда иными способами даются еще худшие ответы
- В) Теория применения количественных методов анализа в процессе принятия решений во всех областях целенаправленной деятельности
- Г) Научные методы распределения ресурсов при организации производства

2. Первоначально под операцией понимали:

- А) Военную операцию
- Б) Операцию по очистке поверхности моря от разлитой нефти



В) Операция по пересадке почки

3. Какой из признаков проекта ошибочен:

- А) Направлен на достижение конкретных целей
- Б) Включает в себя координированное управление взаимосвязанными действиями
- В) Имеет ограниченную протяженность во времени с определенными началом и концом
- Г) Имеет неограниченный бюджет
- Д) Неповторим и уникален

4. Всякое операционное исследование, как правило, проходит следующие этапы:

- А) Определение цели исследования и изучение предметной области.
- Б) Формирование плана исследований
- В) Формулировка проблемы и построение вербальной модели.
- Г) Построение математической модели.
- Д) Выбор метода.
- Е) Проверка на адекватность.
- И) Внедрение полученного результата.

5. Задача линейного программирования состоит в:

- А) Отыскании наибольшего (наименьшего) значения линейной функции при наличии линейных ограничений
- Б) Создании линейной программы на избранном языке программирования, предназначенной для решения поставленной задачи
- В) Описания линейного алгоритма решения заданной задачи

7. В сетевой транспортной задаче условие баланса это:

- А)  $\sum T_i = 0$
- Б)  $\sum A_i = \sum B_j$
- В)  $\sum T_i = 1$

8. Малое предприятие производит изделия двух видов. На изготовление одного изделия вида А расходуется 2 кг сырья, на изготовление одного изделия вида В – 1 кг. Всего имеется 60 кг сырья. Требуется составить план производства, обеспечивающий получение наибольшей выручки, если отпускная стоимость одного изделия вида А 3 д.е., вида В - 1 у.е., причем изделий вида А требуется изготовить не более 25, а вида В – не более 30  
Допустимым планом данной задачи является план:

- А)  $X=(20,20)$
- Б)  $X=(25,15)$
- В)  $X=(20,25)$
- Г)  $X=(30,10)$

9. Результатом решения задачи оптимизации временной структуры проекта должен быть:

- А) Календарный план-график выполнения работ
- Б) Длина кратчайшего пути
- Г) Длина критического пути

10. К какому разделу исследования операций относится задача о кратчайшем пути?

- А) Оптимизация на сетях
- Б) Управление запасами
- В) Теория расписаний

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Показать, что функция  $f(x) = x^4 - 10x^3 + 36x^2 + 5x$  унимодальна на отрезке  $[3;5]$ .
2. Выяснить, является ли функция  $f(x) = x^2 - 3x + x \ln x$  на отрезке  $[1;2]$  унимодальной
3. Определить направление выпуклости и точки перегиба кривой  $f(x) = 3x^5 - 5x^4 + 4$
4. Найти наибольшее и наименьшее значение функции  $f(x) = x^3 - 3x^2 - 9x + 35$  на отрезке  $[-4; 4]$ .
5. Методом сканирования найти минимальное значение  $f^*$  и точку минимума  $x^*$  функции  $f(x) = x^4 + 8x^3 - 6x^2 - 72x$  на отрезке  $[1,5; 2]$ . Точку  $x^*$  найти с погрешностью  $\varepsilon=0,05$ .
6. Методом деления отрезка пополам найти  $f(x) = x^4 + e^{-x} \rightarrow \min$ ,  $x \in [0;1]$ ,  $\varepsilon=0,1$ . Выберем  $\delta=0,02$ .
7. Методом золотого сечения найти минимум функции  $f(x) = x^4 + e^{-x} \rightarrow \min$ ,  $x \in [0; 1]$ ,  $\varepsilon = 0,1$ .
8. Найти минимум функции  $y(x) = (x-1)^2 \sin(x)$  на отрезке  $x \in [-2;3]$  с точностью  $\varepsilon=0,2$  с помощью метода золотого сечения. Найти выражение градиента функции  $f(x,y) = e^x + xy + 1$  в точке  $[0;2]^T$ .
9. Найти минимум функции  $y(x) = (x-2)2 \sin(x)$  на отрезке  $x \in [-2;4]$  с точностью  $\varepsilon=0,2$  с помощью метода золотого сечения. Найти выражение градиента функции  $f(x,y) = e^{2x} + xy + 1$  в точке  $[1;2]^T$ .
10. Показать, что если  $f(x)$  – выпуклая дифференцируемая функция, то любая касательная к графику  $f(x)$  лежит не выше этого графика.

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. На складе фирмы имеется 50 ед. (погонных метров, квадратных футов или иных подходящих единиц измерения) дерева и 54 ед. (возможно, других) металла. Из этого сырья можно производить дачную мебель двух видов: столы и стулья. Пусть для изготовления одного стола требуется 10 ед. дерева и 6 ед. металла, а для изготовления одного стула — 5 ед. дерева и 9 ед. металла. Продажная цена одного стола составляет 8 условных денежных единиц, а одного стула — 6 у. е. Спрашивается, какое количество столов и стульев следует изготовить, чтобы максимизировать доход, уложившись при этом в имеющиеся ресурсы?

2. Для изготовления двух видов продукции P1 и P2 используют четыре вида ресурсов S1, S2, S3, S4. Запасы ресурсов, число единиц ресурсов, затрачиваемых на изготовление единицы продукции, приведены в табл. 1 (цифры условные). Необходимо составить такой план производства продукции, при котором прибыль от ее реализации будет максимальной.

Вид ресурса	Запас ресурса	Число единиц ресурсов, затрачиваемых на изготовление единицы продукции
-------------	---------------	--

		P1	P2
S1	16	1	3
S2	18	2	1
S3	5	3	-
S4	14	-	1
Стоимость единицы продукции		2 ед.	3ед.

3. Предприятию задан план производства продукции по времени и номенклатуре: требуется за время  $T$  выпустить  $n_1, n_2, \dots, n_k$  единиц продукции  $P_1, P_2, \dots, P_k$ . Продукция производится на станках  $S_1, S_2, \dots, S_m$ . Для каждого станка известны производительность  $a_{ij}$  (т.е. число единиц продукции  $P_j$ , которое можно произвести на станке  $S_i$  за единицу времени) и затраты  $b_{ij}$  на изготовление продукции  $P_j$  на станке  $S_i$  в единицу времени.

Необходимо составить такой план работы станков (т.е. так распределить выпуск продукции между станками), чтобы затраты на производство всей продукции были минимальными.

4. На раскрой (распил, обработку) поступает материал одного образца в количестве  $V$  единиц. Требуется изготовить из него  $m$  разных комплектующих изделий в количествах, пропорциональных числам  $b_1, b_2, \dots, b_m$  (условие комплектности). Каждая единица материала может быть раскроена  $n$  различными способами, причем использование  $j$ -го способа ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) дает  $a_{ji}$  единиц  $i$ -го изделия ( $i = 1, 2, \dots, m$ ). Необходимо найти план раскроя, обеспечивающий максимальное число комплектов.

5. В отделе технического контроля (ОТК) некоторой фирмы работают контролеры 1-го и 2-го разрядов. Норма выработки ОТК за 8-ми часовой рабочий день составляет не менее 1800 изделий. Контролер 1-го разряда проверяет 25 изделий в час, причем не ошибается в 98 % случаев. Контролер 2-го разряда проверяет 15 изделий в час; его точность – 95 %.

Зарплата контролера  $K_1$  – 4 доллара в час, контролера  $K_2$  – 3 доллара в час. При каждой ошибке контролера фирма несет убыток в размере 2 долларов. Фирма может использовать не более 8  $K_1$  и не более 10  $K_2$ . Определить оптимальный состав ОТК, при котором общие затраты на контроль будут минимальны.

6. Некоторая фирма собирается выпускать изделия определенного вида в течение четырех месяцев. Величина спроса в течение этих четырех месяцев составляет 100, 200, 180 и 300 изделий соответственно. В каждый месяц спрос можно удовлетворить за счет

- 1) избытка произведенных в прошлом месяце изделий, сохраняющихся для реализации в будущем
- 2) производства изделий в течение месяца
- 3) избытка производства изделий в более поздние месяцы в счет невыполненных заказов

Затраты на одно изделие в каждый месяц составляют 4 доллара. Изделие, произведенное для более поздней реализации, влечет за собой дополнительные издержки за хранение 0,5 дол/мес. С другой стороны, каждое изделие, выпускаемое в счет невыполненных заказов, облагается штрафом 2 дол/мес. Объем производства изделий меняется от месяца к месяцу. В рассматриваемые четыре месяца предполагается выпуск 50, 180, 280 и 270 изделий соответственно.

Требуется составить план, имеющий минимальную стоимость производства и хранения изделий.

7. 1. Построить график поверхности заданной функции в трехмерной системе координат. Графически отобразить линии уровня функции.

2. Найти точку минимума аналитически.

3. Методом покоординатного спуска с точностью  $\epsilon = 10^{-3}$  и  $\epsilon = 10^{-5}$ .

4. Методом наискорейшего спуска.

5. Методом сопряженных градиентов.

6. Методом Ньютона.

7. Проверить вычисления при различных начальных векторах  $X_0$  и проследить зависимость числа итераций от выбора  $X_0$ .

8. Графически представить траектории движения к экстремуму, полученные

соответствующими методами.

9. Сравнить эффективность численных методов по числу итераций.

10. Выполнить задания для функций по вариантам и оформить отчет: (постановка проблемы, описание всех методов, результаты, выводы).

Варианты для задания

$$f(X) = 2x_1^2 - x_1x_2 + x_2^2 - x_1 - x_2 + 1$$

$$f(X) = 129x_1^2 - 256x_1x_2 + 129x_2^2 - 51x_1 - 149x_2 - 27$$

$$f(X) = x_1^4 - 2x_1x_2 + x_2^4 - x_1^2 - x_2^2$$

$$f(X) = 254x_1^2 + 506x_1x_2 + 254x_2^2 + 50x_1 + 130x_2 - 111$$

$$f(X) = (x_1 - 4)^2 + 10(x_2 - 5)^2 - 5$$

$$f(X) = 151x_1^2 - 300x_1x_2 + 151x_2^2 + 33x_1 + 99x_2 + 48$$

$$f(X) = x_1^2 + 2x_2^2 - 4x_1 - 4x_2$$

$$f(X) = 85x_1^2 + 168x_1x_2 + 85x_2^2 + 29x_1 - 51x_2 + 83$$

$$f(X) = 16(x_1 + 5)^4 + 3(x_2 - 1)^2$$

$$f(X) = 211x_1^2 - 420x_1x_2 + 211x_2^2 - 192x_1 + 50x_2 - 25$$

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

Не предусмотрено учебным планом

#### **7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

1. Роль методов оптимизации?
  2. Общая характеристика задач оптимизации?
  3. Какие виды ограничений могут содержаться в задаче оптимизации?
  4. Что понимается под критерием оптимальности?
  5. Определение целевой функции?
  6. Дайте понятие функционала?
  7. Чем отличаются задачи оптимизации, в которых критерии оптимальности записаны в виде функции и функционала?
  8. Какие точки целевой функции называются стационарными?
  9. Формулировка задачи математического программирования?
  10. Классификация задач математического программирования?
  11. Задача безусловной оптимизации?
  12. Критерии для завершения поиска?
  13. Оценка эффективности методов поиска?
  14. Классификация методов безусловной оптимизации?
  15. Задача линейного программирования?
  16. Задача нелинейного программирования?
  17. Задача выпуклого программирования?
  18. Задача квадратичного программирования?
  19. Задача целочисленного линейного программирования?
  20. Какие виды ограничений могут содержаться в задаче линейного программирования?
  21. Что называется опорным планом?
  22. Определение базисных и свободных переменных?
  23. Правила преобразования задач линейного программирования?
  24. Каноническая форма задачи линейного программирования?
- Приведение к канонической форме?
25. На чем основан графический метод решения задач линейного программирования?
  26. Как по симплекс-таблице определить, что линейная форма не ограничена на многограннике решений?
  27. Что такое искусственные переменные и для чего они вводятся?
  28. Проверка допустимого базисного решения на оптимальность?
  29. Алгебра симплекс-метода решения задач линейного программирования?
  30. В чем состоит необходимое условие экстремума одномерной функции?
  31. В чем заключается условие унимодальности функции и как это условие используется?
  32. Общая характеристика методов одномерной оптимизации?
  33. Определение интервала неопределенности?
  34. Поиск экстремума методом дихотомии?
  35. Поиск экстремума методом золотого сечения?
  36. Поиск экстремума методом Фибоначчи?

37. *Какие условия окончания процесса оптимизации используются в методах дихотомии и Фибоначчи? Почему они отличаются?*
38. *Назовите основное преимущество метода золотого сечения перед методом Фибоначчи?*
39. *В чем суть метода квадратичной оптимизации?*
40. *Какая информация о целевой функции необходима для поиска экстремума градиентным методом?*
41. *Чем отличаются траектории поиска экстремума градиентного метода и метода наискорейшего спуска?*
42. *Почему градиентные методы имеют плохую сходимость при наличии оврагов (гребней) у целевой функции?*
43. *Теорема Куна-Таккера?*
44. *Поясните основную идею, положенную в основу метода сопряженных градиентов?*
45. *Какой геометрический смысл ограничений равенств и ограничений неравенств?*
46. *Как учитываются ограничения – равенства в функции Лагранжа?*
47. *Дайте геометрическую интерпретацию метода неопределенных множителей Лагранжа для задачи с ограничениями-равенствами?*
48. *Какой вид имеют функции внешнего штрафа для ограничения*
49. *Стохастическая задача со скоропортящимся продуктом. Модель и алгоритм.*
50. *Задача продавца газет. Модель и алгоритм.*
51. *Сетевая транспортная задача, постановка. Основные определения и свойства.*
52. *Метод потенциалов для сетевой транспортной задачи.*
53. *Понятие базиса. Определение  $\Theta$ .*
54. *Построение начального базисного решения. Определение потенциалов. Признак несовместности.*
55. *Метод потенциалов для задачи с ограничениями пропускной способности дуг.*
56. *Задача о максимальном потоке. Задача о минимальном разрезе.*
57. *Сведение задачи о максимальном потоке к сетевой транспортной задаче.*
58. *Построение начального базисного дерева.*
59. *Задача производственно-складской логистики. Модель.*
60. *Вывод алгоритма решения задачи производственно-складской логистики.*
61. *Основные положения теории расписаний.*
62. *Задача Джонсона с двумя приборами. Постановка. Вычисление длины расписания.*
63. *Достаточное условие оптимальности порядка запуска деталей*
64. *Алгоритм построения минимального расписания.*
65. *Задача Джонсона с числом приборов больше трех. Оценки.*

*Эвристические правила.*

*66 Конвейерная система с непрерывным технологическим циклом. Эвристический алгоритм для двух приборов.*

*67 Сведение системы с двумя и более приборами к задаче коммивояжера.*

*68 Задача коммивояжера. Постановка. Модель. Отличие от задачи о назначениях.*

*69 Эвристические правила в задаче коммивояжера.*

*70 Метод ветвей и границ в задаче коммивояжера.*

### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

*Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.*

*1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.*

*2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов*

*3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.*

*4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)*

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Постановка и классификация задач оптимизации	УК-1, ПК-1	Тест, защита лабораторных работ, экзамен
2	Методы одномерной оптимизации	УК-1, ПК-1	Тест, защита лабораторных работ, экзамен
3	Методы безусловной оптимизации	УК-1, ПК-1	Тест, защита лабораторных работ, экзамен
4	Методы условной оптимизации	УК-1, ПК-1	Тест, защита лабораторных работ, экзамен
5	Линейное и динамическое программирование	УК-1, ПК-1	Тест, защита лабораторных работ, экзамен
6	Управление запасами. Методы оптимизации: оптимизация на сетях. Теория расписаний. Теория игр. Теория массового обслуживания	УК-1, ПК-1	Тест, защита лабораторных работ, экзамен

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

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, осуществляется в ходе лабораторных занятий под контролем преподавателя. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, осуществляется самостоятельно в течении двух недель, после выдачи задания. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

- Аснина, Альбина Яковлевна. *Оптимизационные задачи в экономике [Текст] : практикум : рек. ВГАСУ / Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2009 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2009). - 68 с. - Библиогр.: с. 67*
- Пантелеев, А. В. *Методы оптимизации : Учебное пособие / Пантелеев А. В. - Москва : Логос, 2011. - 424 с. - ISBN 978-5-98704-540-4. URL: <http://www.iprbookshop.ru/9093>*
- Соболев, Борис Владимирович. *Методы оптимизации [Текст] : практикум. - Ростов н/Д : Феникс, 2009 (Ростов н/Д : ЗАО "Книга", 2009). - 377 с. : ил. - (Высшее образование).*
- *Методы оптимизации : Учебное пособие / Васильева О. А. - Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. - 96 с. - ISBN 978-5-7264-0864-4. URL: <http://www.iprbookshop.ru/26859>*

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

- *операционная система Windows 7, Windows 2008 Server;*
- *интернет браузеры: Yandex Browser, Google Chrome и другие;*
- [www.intuit.ru](http://www.intuit.ru)



- *Операционная система Windows 7 и выше, Linux*
- *LibreOffice*
- *Adobe Acrobat Reader*

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

*Компьютерный класс с предустановленным программным обеспечением.*

*Мультимедийные средства: наборы файлов презентаций по темам лекционных занятий, лабораторными заданиями и примерам их выполнения*

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Методы оптимизации» читаются лекции, проводятся лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на на ЭВМ в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов;

	<ul style="list-style-type: none"><li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li><li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li></ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.