

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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан факультета информационных техноло-  
гий и компьютерной безопасности  
/П.Ю. Гусев/  
31.08.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины (модуля)  
«Методы оптимизации»

**Направление подготовки (специальность) 09.03.02 Информационные си-  
стемы и технологии**

**Профиль (специализация) Системы автоматизации проектирования и разра-  
ботки информационных систем**

**Квалификация выпускника бакалавр**

**Нормативный период обучения 4 года**

**Форма обучения Очная**

**Год начала подготовки 2021 г.**

**Автор(ы) программы**

*подпись*

С.Ю. Белецкая

**Заведующий кафедрой Системы  
автоматизированного проектирования  
и информационные системы**

Я.Е. Львович

**Руководитель ОПОП**

*подпись*

О.Г. Яскевич

**Воронеж 2021**

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины является изучение основных классов задач оптимизации и методов их решения, овладение типовыми приемами построения математических моделей прикладных задач оптимизации в информационных системах, получение практических навыков разработки и использования программного обеспечения для поиска оптимальных проектных решений.

## 1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучение основных классов задач оптимизации;
- освоение основных приемов построения и типизации математических оптимизационных моделей в информационных системах;
- изучение методов поиска оптимальных решений, использующихся при проектировании и эксплуатации информационных систем и их компонентов;
- приобретение навыков рационального выбора оптимизационных процедур в соответствии с особенностями решаемых задач;
- овладение методикой организации оптимизационного процесса и оценки качества полученных проектных решений;
- приобретение навыков программной реализации алгоритмов оптимизации и использования стандартного программного обеспечения для решения практических задач.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Методы оптимизации» относится к дисциплинам вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

ПК-6 - Способен проводить оценку осуществимости функционирования и сопровождения информационной системы

ПК-1 - Способен выполнять синтез требований к программному продукту и декомпозицию программного средства на компоненты

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-6	<b>Знать</b> методы поиска оптимальных решений, использующихся при проектировании и эксплуатации информационных систем и их компонентов
	<b>Уметь</b> разрабатывать математические модели и алгоритмы для решения задач оптимизации, интерпретировать

	результаты вычислений, проводить оценку осуществимости функционирования и сопровождения информационной системы
	<b>Владеть</b> приёмами разработки математического и программного обеспечения для решения прикладных задач оптимизации в информационных системах
ПК-1	<b>Знать</b> этапы решения задач параметрического и структурного синтеза информационных систем на основе современных методов оптимизации
	<b>Уметь</b> выполнять синтез требований к программным комплексам оптимизации и декомпозицию программных средств на компоненты
	<b>Владеть</b> навыками решения прикладных задач оптимизации в автоматизированном режиме с использованием современных программных систем,

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

##### очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		5			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72	72			
В том числе:					
Лекции	36	36			
Практические занятия (ПЗ), в том числе в форме практической подготовки ( <i>при наличии</i> )					
Лабораторные работы (ЛР), в том числе в форме практической подготовки ( <i>при наличии</i> )	36	36			
<b>Самостоятельная работа</b>	36	36			
Курсовой проект (работа) (есть, нет)	нет	нет			
Контрольная работа (есть, нет)	нет	нет			
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)	зачёт	зачёт			
Общая трудоемкость час	108	108			
	зач. ед.	3	3		

## 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	Формализация задач поиска оптимальных решений	<p>Постановка задач оптимального выбора. Характеристики экстремальных задач в проектировании. Понятие сходимости алгоритмов и эффективности решения. Обобщенная схема процесса оптимального выбора. Процедуры анализа, синтеза, принятия решений, их взаимосвязь. Основные факторы, влияющие на эффективность оптимизационного процесса.</p> <p>Классификация задач оптимизации и методов их решения</p>	4	4	6	14
2	Методы одномерной оптимизации	<p>Постановка задачи одномерной оптимизации. Условия оптимальности для задач одномерной оптимизации. Методы дихотомии, Ньютона, Фибоначчи, золотого сечения и их сравнительный анализ.</p>	4	4	6	14
3	Решение задач линейной оптимизации	<p>Постановка задачи линейной оптимизации. Симплекс-метод решения задач линейной оптимизации. Метод искусственного базиса.</p> <p>Задачи линейного программирования транспортного типа и их прикладные аспекты. Решение транспортных задач методом потенциалов.</p> <p>Двойственность в линейной оптимизации. Теоремы двойственности. Интерпретация двойственных задач. Связь между решениями прямой и двойственной задач. Двойственный симплекс-метод. Использование двойственного симплекс-метода для решения задач с возрастающим числом ограничений.</p> <p>Прикладные задачи линейной оптимизации в информационных системах.</p>	8	8	6	22
4	Нелинейная оптимизация	<p>Постановка и особенности задач нелинейной оптимизации. Основные подходы к решению задач</p>	8	8	6	22

		<p>нелинейной оптимизации с ограничениями. Сведение задач с ограничениями к задачам безусловной оптимизации. Метод штрафных функций.</p> <p>Принципы построения и классификация методов безусловной нелинейной оптимизации. Поиск оптимального выбора. Методы покоординатной оптимизации. Метод переменного многогранника Нелдера-Мида и его модификации. Методы случайного поиска.</p> <p>Градиентные методы оптимизации и их интерпретация. Градиентный метод с переменным шагом. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряженных градиентов.</p> <p>Методы оптимизации второго порядка. Метод Ньютона и его модификации. Квазиньютоновские методы оптимизации. Прикладные задачи нелинейной оптимизации в ИС. Задачи параметрического синтеза.</p>				
5	Методы решения задач дискретной оптимизации	<p>Постановка задач дискретной оптимизации, основные приемы преобразования моделей. Понятие о комбинаторных задачах. NP-полные задачи.</p> <p>Примеры прикладных задач дискретной оптимизации. Задача коммивояжера, задачи о ранце, о покрытии, о назначениях, их прикладные аспекты. Дискретные задачи теории расписаний. Использование дискретных моделей для решения задач структурного синтеза.</p> <p>Классификация основных методов решения задач дискретной оптимизации. Метод Гомори для решения полностью целочисленных и частично целочисленных задач. Метод ветвей и границ.</p>	6	6	6	18
6	Основные подходы к решению задач многокритериальной оптимизации	<p>Формализация и особенности задач многокритериальной оптимизации. Классификация задач многокритериальной оптимизации. Условия эффективности для задач многокритериальной оптимизации.</p>	6	6	6	18

		<p>Множество Парето. Подходы к определению оптимально-компромиссного решения в задачах многокритериальной оптимизации. Свертка частных критериев в обобщенный показатель. Аддитивный, мультипликативный, среднестепенной критерии оптимальности. Способы определения весовых коэффициентов критериев при формировании обобщенного критерия оптимальности.</p> <p>Определение оптимально-компромиссного решения на основе специальным образом сформулированных задач скалярной оптимизации. Метод главного критерия. Лексикографические методы. Метод последовательных уступок. Метод гарантированного результата. Человеко-машинные процедуры принятия решений</p>				
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>108</b>

## **5.2 Перечень лабораторных работ**

1. Изучение методов одномерной оптимизации
2. Решение задач линейной оптимизации средствами EXCEL
3. Решение транспортных задач линейной оптимизации
4. Решение задач дискретной оптимизации
5. Решение задач нелинейной оптимизации
6. Решение задач оптимизации средствами Mathcad.

## **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».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-6	<p><b>Знать</b> методы поиска оптимальных решений, использующихся при проектировании и эксплуатации информационных систем и их компонентов</p>	<p>Знание методов линейной, линейной, дискретной, многокритериальной оптимизации. Активная работа в ходе лабораторного практикума. Ответы на теоретические вопросы при защите лабораторных работ</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>
	<p><b>Уметь</b> разрабатывать математические модели и алгоритмы для решения задач оптимизации, интерпретировать результаты вычислений, проводить оценку осуществимости функционирования и сопровождения информационной системы</p>	<p>Умение строить математические модели и разрабатывать алгоритмы для решения задач линейной, линейной, дискретной, многокритериальной оптимизации. Решение стандартных практических задач. Выполнение лабораторных работ</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>
	<p><b>Владеть</b> приёмами разработки математического и программного обеспечения для решения прикладных задач оптимизации в информационных системах</p>	<p>Решение прикладных задач оптимизации в конкретной предметной области, выполнение лабораторных работ</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>
ПК-1	<p><b>Знать</b> этапы решения задач параметрического и структурного синтеза информационных систем на основе современных методов оптимизации</p>	<p>Знание технологии использования современных методов оптимизации при проектировании автоматизированных информационных систем. . Ответы на теоретические вопросы при защите лабораторных работ</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>
	<p><b>Уметь</b> выполнять синтез требований к программным ком-</p>	<p>Умение использовать современные программные си-</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих</p>

	плексам оптимизации и декомпозицию программных средств на компоненты	стемы для решения прикладных задач оптимизации в различных предметных областях. Выполнение лабораторных работ	в рабочих программах	программах
	<b>Владеть</b> навыками решения прикладных задач оптимизации в автоматизированном режиме с использованием современных программных систем,	Решение прикладных задач оптимизации в конкретной предметной области с использованием разработанного программного обеспечения, выполнение лабораторных работ	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 двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-6	<b>Знать</b> методы поиска оптимальных решений, использующихся при проектировании и эксплуатации информационных систем и их компонентов	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	<b>Уметь</b> разрабатывать математические модели и алгоритмы для решения задач оптимизации, интерпретировать результаты вычислений, проводить оценку осуществимости функционирования и сопровождения информационной системы	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	<b>Владеть</b> приемами разработки математического и программного обеспечения для решения прикладных задач оптимизации в	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	информационных системах			
ПК-1	<b>Знать</b> этапы решения задач параметрического и структурного синтеза информационных систем на основе современных методов оптимизации	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	<b>Уметь</b> выполнять синтез требований к программным комплексам оптимизации и декомпозицию программных средств на компоненты	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	<b>Владеть</b> навыками решения прикладных задач оптимизации в автоматизированном режиме с использованием современных программных систем,	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств ( типовые 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

Выполнение заданий предполагает выбор правильного ответа из пяти возможных. Правильный ответ выделен.

1

Какая задача называется задачей одномерной оптимизации?
<b>Задача с одним варьируемым параметром</b>
Задача с одним критерием оптимальности
Задача с одним прямым ограничением
Задача с одним функциональным ограничением
Задача с одной целевой функцией и без ограничений

2

Какая задача называется задачей векторной оптимизации?
<b>Задача с несколькими целевыми функциями</b>
Задача с несколькими прямыми ограничениями

Задача с несколькими функциональными ограничениями
Задача с вектором варьируемых параметров
Задача с несколькими параметрами и без ограничений

3

Какая задача называется задачей линейной оптимизации?
<b>Задача, в которой целевая функция и все ограничения линейны</b>
Задача, в которой хотя бы одна из функций (целевая функция или ограничения) линейна
Задача, в которой целевая функция линейна
Задача, в которой хотя бы одно из ограничений линейно
Задача, в которой все ограничения линейны

4

Какая задача называется задачей безусловной оптимизации?
<b>Задача без ограничений</b>
Задача, в которой целевая функция и все ограничения линейны
Задача, в которой присутствуют только функциональные ограничения
Задача с одним варьируемым параметром
Задача, в которой присутствуют только прямые ограничения

5

Какой из методов одномерной оптимизации использует вторые производные целевой функции?
<b>Метод Ньютона</b>
Метод дихотомии
Метод Фибоначчи
Метод золотого сечения
Метод секущих

6

Для решения каких задач может быть применен метод внутренних штрафных функций?
<b>Для решения задач с ограничениями-неравенствами</b>
Для решения задач с ограничениями-равенствами
Для решения задач с ограничениями-неравенствами и ограничениями-равенствами

Для учета прямых ограничений
------------------------------

Для решения задач безусловной оптимизации
---

7

Какой из методов одномерной оптимизации не использует производные целевой функции?
--

<b>Метод золотого сечения</b>
-------------------------------

Метод секущих
---------------

Метод Ньютона
---------------

Метод квадратичной интерполяции
---------------------------------

Метод кубической интерполяции
-------------------------------

8

Какой из рассмотренных методов относится к методам безусловной оптимизации первого порядка?
---

<b>Градиентный метод с переменным шагом</b>
---

Метод Хука-Дживса
-------------------

Метод Нелдера-Мида
--------------------

Метод Розенброка
------------------

Метод Гаусса-Зейделя
----------------------

9

Какой из рассмотренных методов относится к методам безусловной оптимизации нулевого порядка?
--

<b>Метод Гаусса-Зейделя</b>
-----------------------------

Метод Ньютона
---------------

Метод наискорейшего спуска
----------------------------

Метод Флетчера-Ривса
----------------------

Градиентный метод с переменным шагом
--------------------------------------

10

Какая задача называется задачей условной оптимизации?
---

<b>Задача с ограничениями</b>
-------------------------------

Задача с несколькими целевыми функциями
---

Задача, в которой присутствуют только функциональные ограничения
--

Задача без ограничений
------------------------

Задача, в которой присутствуют только прямые ограничения
--

Укажите неверное утверждение
<b>Введение дополнительных переменных в систему ограничений задачи линейной оптимизации меняет множество ее решений</b>
Введение дополнительных переменных в систему ограничений задачи линейной оптимизации не меняет множество ее решений
Введение искусственных переменных в систему ограничений задачи линейной оптимизации меняет множество ее решений
Базисные переменные – переменные, входящие только в одно ограничение задачи линейной оптимизации с коэффициентом 1
Опорный план задач линейной оптимизации можно получить, приравняв базисные переменные правым частям ограничений, а свободные переменные нулю

Какое из перечисленных условий является условием оптимальности решения в задаче линейной оптимизации?
<b>Оценки по всем переменным должны быть <math>\leq 0</math></b>
Оценки по всем переменным должны быть отрицательны
Оценки по всем переменным должны быть неотрицательны
Оценки по всем переменным должны быть положительны
Оценки по всем переменным должны быть равны нулю

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Решить задачу линейной оптимизации симплекс-методом. Чему равно оптимальное значение целевой функции?

$$2x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 - 5x_2 \leq 5 \\ -x_1 + x_2 \leq 4 \\ x_1 + x_2 \leq 8 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Значение целевой функции равно:

20

**22**

24

35

2. Решить задачу линейной оптимизации симплекс-методом. Чему равно оптимальное значение целевой функции?

$$x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 \leq 4 \\ -2x_1 + x_2 \leq 3 \\ x_1 + x_2 \leq 6 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Значение целевой функции равно:

10

**11**

25

35

3. Решить задачу методом искусственного базиса. Чему равно оптимальное значение целевой функции?

$$F = 7x_1 + 4x_2 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 \leq 40 \\ 2x_1 + x_2 \geq 16 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Значение целевой функции равно:

50

**56**

45

60

4. Решить задачу методом искусственного базиса. Чему равно оптимальное значение целевой функции?

$$F = 4x_1 + x_2 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 20 \\ 2x_1 - x_2 \geq 8 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Значение целевой функции равно:

- 14
- 16**
- 12
- 20

5. Решить задачу целочисленной линейной оптимизации методом Гомори. Чему равно оптимальное значение целевой функции?

$$x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 10 \\ 2x_1 + 3x_2 \leq 20 \end{cases}$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

$x_1, x_2$  – целые

Значение целевой функции равно:

- 15
- 13**
- 25
- 20

6. Решить задачу целочисленной линейной оптимизации методом Гомори. Чему равно оптимальное значение целевой функции?

$$2x_1 + 5x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 15 \\ x_1 + 3x_2 \leq 22 \end{cases}$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

$x_1, x_2$  – целые

Значение целевой функции равно:

- 45
- 40**
- 55
- 30

7. Дана симплексная таблица:

$X_6$	$C_6$	$b$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
			-1	1	-3	1	0
$x_3$	-3	2	-1	2	1	0	3
$x_4$	1	6	3	-2	0	1	1
		0	7	-9	0	0	-8

Выберите ведущий столбец

- 1 Первый
- 2 Второй
- 3 Третий
- 4 Четвертый

8 Укажите базисные переменные в задаче линейной оптимизации:

$$x_2 - 3x_3 + 2x_4 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 - x_3 + 2x_4 = 7 \\ -2x_2 + 4x_3 + x_5 = 12 \\ -4x_2 + 3x_3 + 8x_4 + x_6 = 10 \end{cases}$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6 \geq 0$$

- 1  $x_1, x_5, x_6$
- 2  $x_3, x_5, x_6$
- 3  $x_1, x_2, x_3$
- 4  $x_2, x_4, x_5$

9 Укажите опорный план задачи линейной оптимизации:

$$x_2 - 3x_3 + 2x_4 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 - x_3 + 2x_4 = 7 \\ -2x_2 + 4x_3 + x_5 = 12 \\ -4x_2 + 3x_3 + 8x_4 + x_6 = 10 \end{cases}$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6 \geq 0$$

- 1  $x_1 = 7; x_2 = 0; x_3 = 0; x_4 = 0; x_5 = 12; x_6 = 10$
- 2  $x_1 = 0; x_2 = 7; x_3 = 0; x_4 = 0; x_5 = 12; x_6 = 10$
- 3  $x_1 = 7; x_2 = 0; x_3 = 0; x_4 = 12; x_5 = 0; x_6 = 10$
- 4  $x_1 = 7; x_2 = 0; x_3 = 0; x_4 = 12; x_5 = 10; x_6 = 0$

10 Указать определенный методом минимального элемента начальный план перевозок в транспортной задаче:

Пункты	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	Запасы
A <sub>1</sub>	1	2	40
A <sub>2</sub>	3	2	30
A <sub>3</sub>	1	4	30
Потребности	30	70	

$$1 \begin{pmatrix} 30 & 10 \\ 0 & 30 \\ 0 & 30 \end{pmatrix}$$

$$2 \begin{pmatrix} 10 & 30 \\ 0 & 30 \\ 0 & 30 \end{pmatrix}$$

$$3 \begin{pmatrix} 0 & 40 \\ 30 & 0 \\ 0 & 30 \end{pmatrix}$$

$$4 \begin{pmatrix} 20 & 20 \\ 0 & 30 \\ 10 & 20 \end{pmatrix}$$

Правильный ответ 1

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1

Укажите математическую модель задачи: «При производстве двух видов продукции используются два вида сырья. Исходные данные таковы:

Расход сырья на единицу продукции		Запасы сырья
A	B	
2	1	20
3	1	12

	40	50	прибыль
Составить план выпуска продукции, обеспечивающий максимум прибыли».			
$40x_1 + 50x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 2x_1 + x_2 \leq 20 \\ 3x_1 + x_2 \leq 12 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$			
$20x_1 + 12x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 2x_1 + x_2 \leq 40 \\ 3x_1 + x_2 \leq 50 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$			
$40x_1 + 50x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 2x_1 + x_2 \geq 20 \\ 3x_1 + x_2 \geq 12 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$			
$40x_1 + 50x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 2x_1 + x_2 = 20 \\ 3x_1 + x_2 = 12 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$			

Правильный ответ 1.

2

Какие действия необходимо произвести для приведения к закрытой модели следующей транспортной задачи:			
Пункты	В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	Запасы
А <sub>1</sub>	1	2	25
А <sub>2</sub>	3	4	15
Потребности	10	20	
<b>Ввести фиктивный пункт назначения с потребностью 10 и положить стоимости перевозок единицы груза в этот пункт равными нулю.</b>			
Ввести фиктивный пункт отправления с потребностью 10 и положить стоимости перевозок единицы груза из этого пункта равными нулю.			
Ввести фиктивный пункт назначения с потребностью 10 и фиктивный пункт отправления с потребностью 10.			
Уменьшить запас груза в каком-либо из двух пунктов отправления на 10 единиц			
Увеличить потребность в грузе в каком-либо из двух пунктов назначения на 10 единиц			

К какому типу прикладных задач можно отнести следующую задачу дискретной оптимизации:

$$2x_1 + x_2 + 5x_3 \rightarrow \max$$

$$4x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 12$$

$$6x_1 + 3x_2 + 4x_3 \leq 58$$

$$3x_1 + 3x_2 + 2x_3 \leq 16$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0$$

$$x_1, x_2, x_3 - \text{целые}$$

**Многомерная задача о ранце**

Задача о назначениях

Одномерная задача о ранце

Задача о покрытии

Задача о разбиении

4. Составить математическую модель задачи и решить ее аналитически или с использованием одной из программных систем (Mathcad, Matlab, EXCEL).

Для производства двух видов изделий А и В используются три типа технологического оборудования. Для производства единицы изделия А оборудование первого типа используется в течении 1 ч., оборудование второго типа - 2 ч., оборудование третьего типа - 2 ч. Для производства единицы изделия В оборудование первого типа используется в течении 2 ч., оборудование второго типа - 1 ч., оборудование третьего типа - 1 ч. На изготовление всех изделий предприятие может использовать оборудование первого типа не более 20 ч., оборудование второго типа не более 32 ч., оборудование третьего типа не более 30 ч. Прибыль от реализации единицы готового изделия А составляет 5 денежных единиц, а изделия В - 2 денежных единиц. Определить, сколько изделий А и В необходимо выпустить, чтобы общая прибыль от их реализации была максимальна.

В ответе необходимо вывести значение прибыли:

1 Значение прибыли 85

2 Значение прибыли 80

**3 Значение прибыли 75**

4 Значение прибыли 70

5 Составить математическую модель задачи и решить ее аналитически или с использованием одной из программных систем (Mathcad, Matlab, EXCEL).

Для производства двух видов изделий А и В используются три типа технологического оборудования. Для производства единицы изделия А оборудование первого типа используется в течении 3 ч., оборудование второго типа - 1 ч., оборудование третьего типа - 3 ч. Для производства единицы изделия В оборудование первого типа используется в течении 3 ч., оборудование второго

типа - 2 ч., оборудование третьего типа - 1 ч. На изготовление всех изделий предприятие может использовать оборудование первого типа не более 30 ч., оборудование второго типа не более 16 ч., оборудование третьего типа не более 25 ч. Прибыль от реализации единицы готового изделия А составляет 2 денежных единиц, а изделия В - 5 денежных единиц. Определить, сколько изделий А и В необходимо выпустить, чтобы общая прибыль от их реализации была максимальна.

В ответе необходимо вывести значение прибыли

- 1 Значение прибыли 60
- 2 Значение прибыли 70
- 3 Значение прибыли 40**
- 4 Значение прибыли 50

6 Составить математическую модель задачи и решить ее.

На 3-х складах сосредоточен однородный груз в количествах 110, 190, и 90 единиц. Данный груз необходимо доставить 4-м потребителям, потребности которых равны соответственно 80, 60, 170, 80 единиц. Матрица тарифов имеет вид:

$$\begin{pmatrix} 8 & 1 & 9 & 7 \\ 4 & 6 & 2 & 12 \\ 3 & 5 & 8 & 9 \end{pmatrix}.$$

Необходимо определить оптимальный план и стоимость перевозок.

В ответе вывести оптимальную стоимость перевозки грузов

- 1 Стоимость равна 1360
- 2 Стоимость равна 1170
- 3 Стоимость равна 1280**
- 4 Стоимость равна 1220

7 Составить математическую модель задачи и решить ее.

На 3-х складах сосредоточен однородный груз в количествах 90, 170, и 70 единиц. Данный груз необходимо доставить 4-м потребителям, потребности которых равны соответственно 60, 40, 150, 80 единиц. Матрица тарифов имеет вид:

$$\begin{pmatrix} 7 & 1 & 8 & 6 \\ 3 & 5 & 1 & 11 \\ 2 & 4 & 7 & 8 \end{pmatrix}.$$

Необходимо определить оптимальный план и стоимость перевозок.

В ответе вывести оптимальную стоимость перевозки грузов

- 1 Стоимость равна 800
- 2 Стоимость равна 820
- 3 Стоимость равна 870**
- 4 Стоимость равна 900

8 Составить математическую модель задачи. К какому типу прикладных моделей относится математическая модель данной задачи?

Для организации вычислительной лаборатории могут быть использованы три типа ЭВМ. Объем оперативной памяти первой ЭВМ 4Гбайт, второй - 4 Гбайт, третьей - 8 Гбайт. Стоимость первой ЭВМ 15 тыс.руб, второй - 13 тыс. руб, третьей - 18 тыс. руб. Потребляемая мощность первой ЭВМ 300 Вт, второй - 350 Вт, третьей - 400 Вт. Первая ЭВМ занимает площадь 1.5 кв.м., вторая 1.5 кв.м., третья 2 кв.м.. Необходимо определить, сколько ЭВМ и какого типа надо выбрать, чтобы обеспечить максимальный объем оперативной памяти при ограниченных стоимостных ресурсах 100 тыс. руб, энергетических ресурсах 2500 Вт и ограниченной площади 15 кв.м.

- 1 Многомерная задача о ранце**
- 2 Задача о назначениях
- 3 Одномерная задача о ранце
- 4 Задача о покрытии

9 Составить математическую модель задачи и решить её.

Требуется определить, в каком количестве необходимо выпускать продукцию четырех типов П1, П2, П3, П4, для изготовления которой требуются ресурсы трех видов: трудовые ресурсы, сырье, финансы. Нормы расхода ресурсов каждого вида для выпуска единицы продукции, а также прибыль, получаемая от реализации единицы каждого типа продукции, приведены в таблице. Количество расходуемых ресурсов не должно превышать имеющихся запасов. Определить оптимальный план выпуска изделий, максимизирующий прибыль.

В ответе вывести максимальное значение прибыли

Ресурсы	Виды продукции				Запасы ресурсов
	П1	П2	П3	П4	
Трудовые	3	1	2	4	440
Сырье	1	8	6	2	200
Финансы	1	4	7	2	320
Прибыль	7	3	6	12	

- 1) **1240**
- 2) 1500
- 3) 1380
- 4) 1100

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

1. Постановка задач оптимального выбора. Виды критериев оптимальности. Классификация задач оптимизации и методов их решения. Структурная и параметрическая оптимизация.

2. Обобщенная схема процесса оптимального выбора. Процедуры анализа, синтеза, принятия решений, их взаимосвязь. Основные факторы, влияющие на эффективность оптимизационного процесса.

3. Постановка задачи линейного программирования. Формы записи задач линейного программирования и их эквивалентность. Приведение задачи линейного программирования к канонической форме.

4. Прикладные задачи линейного программирования. Построение моделей прикладных задач.

5. Решение задач линейного программирования графическим методом.

6. Симплексный метод решения задач линейного программирования.

7. Метод искусственного базиса.

8. Двойственность в линейном программировании. Основные приемы построения двойственных задач. Основные теоремы двойственности.

9. Двойственный симплекс- метод. Использование двойственного симплекс-метода для решения задач с возрастающим числом ограничений.

10. Задачи линейного программирования транспортного типа. Открытые и закрытые модели транспортных задач. Особенности транспортных задач линейного программирования.

11. Решение транспортных задач линейного программирования методом потенциалов.

12. Прикладные задачи дискретной оптимизации. Задача коммивояжера, задачи о ранце, о покрытии, о назначениях, их прикладные аспекты.

13. Классификация основных методов решения задач дискретной оптимизации. Метод Гомори для решения полностью целочисленных и частично целочисленных задач.

14. Метод ветвей и границ.

15. Постановка задачи безусловной нелинейной оптимизации. Классификация задач безусловной оптимизации и методов их решения. Методы нулевого, первого и второго порядков.

16. Поискные методы оптимального выбора: Нелдера-Мида, Хука-Дживса, Розенброка.

17. Градиентные методы оптимизации: метод наискорейшего спуска, метод сопряженных градиентов.

18. Методы безусловной оптимизации ньютоновского типа.

19. Сведение задач с ограничениями к задачам безусловной оптимизации. Метод штрафных функций. Внутренние и внешние штрафные функции.

20. Классификация задач многокритериальной оптимизации. Условия эффективности для задач многокритериальной оптимизации. Множество Парето. Решения, оптимальные по Парето.

21. Основные подходы к решению задач многокритериальной оптимизации.

### **7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену**

Не предусмотрено учебным планом

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

*Зачёт 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. Зачёт ставится в случае, если студент набрал более 10 баллов.*

*2. Незачёт ставится в случае, если студент набрал менее 10 баллов.*

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы	Код	Наименование оценочного
-------	------------------------	-----	-------------------------

	(темы) дисциплины	контролируемой компетенции	средства
1	Формализация задач поиска оптимальных решений	ПК-1, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ
2	Методы одномерной оптимизации	ПК-1, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ
3	Решение задач линейной оптимизации	ПК-1, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ
4	Нелинейная оптимизация	ПК-1, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ
5	Методы решения задач дискретной оптимизации	ПК-1, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ
6	Основные подходы к решению задач многокритериальной оптимизации	ПК-1, ПК-6	Тест, защита лабораторных работ

### **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, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. 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, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

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

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

1. Белецкая С.Ю. Методы оптимизации в автоматизированных системах: Учеб. пособие. – Воронеж: ВГТУ, 2017. – 154 с.
2. Дязитдинова А.Р. Исследование операций и методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Самара: ПГУТИ, 2017. – 167 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75377.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Львович Я.Е. Методы и алгоритмы решения задач оптимального проектирования [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Электрон. текстовые, граф. дан.– Воронеж, ВГТУ, 2016. – 1 файл
4. Львович, Я.Е. Оптимизация в системах автоматизированного проекти-

рования [Электронный ресурс] : Учеб. пособие. - Электрон. текстовые, граф. дан. - Воронеж : ВГТУ, 2015. - 1 файл.

5. Белецкая С.Ю. Технология автоматизированного решения задач оптимизации: Учеб. пособие. – Воронеж: ВГТУ, 2009. – 160 с.

6. Белецкая С.Ю. Разработка программных средств поиска оптимальных решений [Электронный ресурс]: методич. указания. - Электрон. текстовые, граф. дан. – Воронеж: ВГТУ, 2015. – 1 файл

**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:**

**Программное обеспечение**

Microsoft Office Excel

Mathcad Express

Microsoft Visual Studio Community

**Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

**Информационные справочные системы**

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru/>

**Современные профессиональные базы данных**

ХабрХабр <https://habr.com/ru/>

Исходники.ru <https://sources.ru/>

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

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
--

Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума
--

## 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 лабораторном оборудовании 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; помечать 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 усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"><li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li><li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li><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 зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

## 11 Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	31.08.2020	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	
3	Актуализирован раздел 8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	31.08.2021	