

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета информационных  
технологий и компьютерной безопасности  
  
21 декабря 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины  
«Оптимизация в программном инжиниринге»**

**Направление подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника**

**Профиль (специализация) Управление программным инжинирингом**

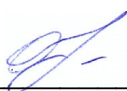
**Квалификация выпускника магистр**

**Нормативный период обучения 2 года**

**Форма обучения Очная**

**Год начала подготовки 2022.**

Автор(ы) программы

  
\_\_\_\_\_ подпись

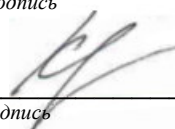
С.А. Олейникова

Заведующий кафедрой  
автоматизированных  
и вычислительных систем

  
\_\_\_\_\_ подпись

В.Ф. Барабанов

Руководитель ОПОП

  
\_\_\_\_\_ подпись

О.Я. Кравец

**Воронеж 2021**

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Цели дисциплины

Формирование у студентов умений и навыков постановки оптимизационной задачи, выбора наилучшего метода ее решения и практической реализации соответствующего алгоритма.

## 1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучение теоретических основ поиска оптимальных решений в программном инжиниринге;
- применение оптимизационных методов для решения практических задач.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Оптимизация в программном инжиниринге» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Оптимизация в программном инжиниринге» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте;

ОПК-2 - Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	Знать основные методы решения оптимизационных задач в программном инжиниринге
	Уметь развивать и применять существующие методы для решения оптимизационных (в том числе, нестандартных) задач
	Владеть навыками развития существующих и разработки новых подходов решения оптимизационных задач
ОПК-2	Знать основные современные технологии для разработки алгоритмов и программных средств, предназначенных для решения оптимизационных задач в программном инжиниринге
	Уметь разрабатывать оригинальные алгоритмы решения оптимизационных задач
	Владеть навыками реализации программных средств для решения оптимизационных задач

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Оптимизация в программном инжиниринге» составляет 6 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий.

##### Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		1			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72	72			
В том числе:					
Лекции	36	36			
Практические занятия (ПЗ)					
Лабораторные работы (ЛР)	36	36			
<b>Самостоятельная работа</b>	108	108			
Курсовой проект (работа) (есть, нет)	Есть	Есть			
Контрольная работа (есть, нет)	Нет	Нет			
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен) - экзамен	36	36			
Общая трудоемкость	час	216	216		
	зач. ед.	6	6		

#### 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	Введение в оптимизацию в программном инжиниринге	Специфика оптимизационных задач в программном инжиниринге. Общая постановка оптимизационных задач. Классификация методов решения оптимизационных задач	6	4	27	37
2	Комбинаторные методы решения оптимизационных задач	Метод ветвей и границ. Особенности ветвления. Процедура нахождения оценок. Особенности метода ветвей и границ для некоторых задачи о коммивояжере и задаче о ранце. Метод динамического программирования. Прямой и обратный ход метода. Примеры использования метода динамического программирования для решения задачи о ранце и конвейерной задачи.	12	14	27	53
3	Эвристические и метаэвристические методы решения	Методы решения задач дискретной оптимизации, основанные на эвристиках. Жадные алгоритмы. Метаэври-	14	14	27	55

	оптимизационных задач	стические алгоритмы. Генетические алгоритмы. Метод имитации отжига. Метод муравьиных колоний.				
4	Формализация оптимизационных задач в программном инжиниринге	Выявление элементов, описывающих проблематику задачи и описание их в виде переменных. Определение множества неизвестных. Формирование ограничений задачи. Определение критерия оптимальности и его запись в виде целевой функции.	4	4	27	35
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>36</b>	<b>108</b>	<b>180</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторная работа 1. Решение некоторых оптимизационных задач с помощью стандартных пакетов прикладных программ.

Лабораторная работа 2. Метод динамического программирования

Лабораторная работа 3. Метод ветвей и границ

Лабораторная работа 4. Генетические алгоритмы

Лабораторная работа 5. Метод имитации отжига

Лабораторная работа 6. Муравьиные алгоритмы

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 3 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Муравьиные алгоритмы для решения задачи о коммивояжере»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- анализ состояния данной проблемы;
- анализ возможных методов ее решения;
- формализация оптимизационной задачи;
- разработка алгоритма решения оптимизационной задачи;
- реализация разработанного алгоритма в виде программного продукта.

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

## 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
ОПК-1	Знать основные методы решения оптимизационных задач в программном инжиниринге	Активная работа на лабораторных занятиях, развернутые ответы при защите курсового проекта. Знание основных методов решения оптимизационных задач в программном инжиниринге	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь развивать и применять существующие методы для решения оптимизационных (в том числе, нестандартных) задач	решение стандартных практических задач, написание курсового проекта. Умение развивать и применять существующие методы для решения оптимизационных (в том числе, нестандартных) задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками развития существующих и разработки новых подходов решения оптимизационных задач	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта. Владение навыками развития существующих и разработки новых подходов решения оптимизационных задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-2	Знать основные современные технологии для разработки алгоритмов и программных средств, предназначенных для решения оптимизационных задач в программном инжиниринге	Активная работа на лабораторных занятиях, развернутые ответы при защите курсового проекта. Знание основных современных технологий для разработки алгоритмов и программных средств, предназначенных для решения оптимизационных задач в программном инжиниринге	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь разрабатывать оригинальные алгоритмы решения оптимизационных задач	решение стандартных практических задач, написание курсового проекта. Умение разрабатывать оригинальные алгоритмы решения оптимизационных задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками реализации программных средств для решения оптимизационных задач	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта. Владение навыками реализации программных средств для решения оптимизационных задач	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 1 семестре для очной формы обучения по системе:

«отлично»;

«хорошо»;  
«удовлетворительно»;  
«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-1	Знать основные методы решения оптимизационных задач в программном инжиниринге	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь развивать и применять существующие методы для решения оптимизационных (в том числе, нестандартных) задач	Решение стандартных практических 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 развития существующих и разработки новых подходов решения оптимизационных задач	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
ОПК-2	Знать основные современные технологии для разработки алгоритмов и программных средств, предназначенных для решения оптимизационных задач в программном инжиниринге	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь разрабатывать оригинальные алгоритмы решения оптимизационных задач	Решение стандартных практических 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 реализации программных средств для решения оптимизационных задач	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 (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

1. Рассматривается следующая задача. Некоторое лицо должно посетить  $N$  городов, побывав в каждом из которых один раз. Необходимо найти такой маршрут, чтобы суммарная длина была минимальна. Это задача:

- а). о кратчайшем пути.
- б). транспортная задача.
- в). о коммивояжере.
- г). о назначении.

Правильный ответ в).

2. Какое утверждение справедливо для «быстрого» метода муравьиных колоний:

- а). популяция содержит одного муравья
- б). популяция содержит 3 муравья
- в). популяция содержит 5 муравьев
- г). Популяция содержит 10 муравьев.

Правильный ответ а).

3. Алгоритм перехода к новому опорному плану транспортной задачи, дающему меньшее значение функции потерь, до обнаружения оптимального плана называется:

- а). алгоритм построения опорного плана транспортной задачи
- б) алгоритм улучшения плана транспортной задачи
- в) метод ветвей и границ
- г) муравьиный алгоритм

правильный ответ б).

4. Вырожденный опорный план – это:

- а). опорный план, число ненулевых компонент которого меньше числа ограничений;
- б) опорный план, число ненулевых компонент которого больше числа ограничений;
- в) опорный план, число ненулевых компонент которого равно числу ограничений;
- г) опорный план, в котором отсутствуют ненулевые компоненты.

Правильный ответ а).

5. Алгоритм, который для оптимизации использует закон изменения температуры  $T(k)$ , где  $k$  – номер шага, это:

- а) метод ветвей и границ;
- б) метод имитации отжига;
- в) метод динамического программирования;
- г) муравьиные алгоритмы.

Правильный ответ б).

6. Выберите все методы, являющиеся эвристическими (или метаэвристическими):

- а) метод ветвей и границ;
- б) генетические алгоритмы;
- в) метод динамического программирования;
- г) муравьиные алгоритмы.

Правильный ответ: б), г).

7. Группа численных оптимизационных методов, основанных на получении большого числа реализаций случайного процесса, который формируется таким образом, чтобы его вероятностные характеристики совпадали с аналогичными величинами решаемой задачи это:

- а) комбинаторные методы;
- б) методы ветвей и границ;
- в) методы динамического программирования;
- г) приближенные алгоритмы.

Правильный ответ: а).

8. Метод оптимизации, заключающийся в разбиении сложной задачи на более простые и применимый лишь к задачам с оптимальной подструктурой, – это:

- а) метод ветвей и границ;
- б) генетический алгоритм;
- в) метод динамического программирования;
- г) муравьиный алгоритм.

Правильный ответ в).

9. Метод, заключающийся в разбиении множества допустимых значений искомого решения на подобласти, нахождения оценок подобластей и отсеивании «неоптимальных» областей – это:

- а) метод ветвей и границ;
- б) генетический алгоритм;
- в) метод динамического программирования;
- г) муравьиный алгоритм.

Правильный ответ а).

10. Алгоритмы, основанные на правдоподобных, но не обоснованных математически предположениях, это:

- а) приближенные алгоритмы;
- б) комбинаторные алгоритмы;
- в) точные алгоритмы;
- г) эвристические алгоритмы.

Правильный ответ г).

## 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Формула

$$T(i) = \frac{k \cdot t_{\text{нач}}}{i}$$

Может быть использована:

- а). в методе имитации отжига.
- б). В методе динамического программирования.
- в). В методе муравьиных колоний.
- г). В генетических алгоритмах.

Правильный ответ а).

2. Несбалансированная транспортная задача это:

- а). Открытая транспортная задача.
- б). Закрытая транспортная задача.
- в). Произвольная транспортная задача.
- г). Правильного ответа нет.

Правильный ответ а).

3. Метод северо-западного угла это:

- а). Один из методов проверки опорного плана транспортной задачи на оптимальность.
- б). Один из комбинаторных методов дискретного программирования, при котором гиперплоскость, определяемая целевой функцией задачи, вдавливается внутрь многогранника планов соответствующей задачи линейного программирования до встречи с ближайшей целочисленной точкой этого многогранника.

в). Один из методов отсечения, с помощью которого решаются задачи целочисленного программирования.

г). Один из группы методов определения первоначального опорного плана транспортной задачи.



Правильный ответ г).

4. Метод потенциалов это:

а). Один из методов проверки опорного плана транспортной задачи на оптимальность.

б). Один из комбинаторных методов дискретного программирования, при котором гиперплоскость, определяемая целевой функцией задачи, вдавливается внутрь многогранника планов соответствующей задачи линейного программирования до встречи с ближайшей целочисленной точкой этого многогранника.

в). Один из методов отсечения, с помощью которого решаются задачи целочисленного программирования.

г). Один из группы методов определения первоначального опорного плана транспортной задачи.

Правильный ответ а).

5. Метод минимального элемента это:

а). Один из комбинаторных методов дискретного программирования, при котором гиперплоскость, определяемая целевой функцией задачи, вдавливается внутрь многогранника планов соответствующей задачи линейного программирования до встречи с ближайшей целочисленной точкой этого многогранника.

б). Один из методов отсечения, с помощью которого решаются задачи целочисленного программирования.

в). Один из группы методов определения первоначального опорного плана транспортной задачи.

г). Один из методов, упрощающий определение исходного опорного плана задачи линейного программирования и симплекс-таблицы.

Правильный ответ в).

6. Формула

$$P_t = \frac{l_i^q \cdot f_i^p}{\sum_{k=0}^N l_k^q \cdot f_k^p}$$

Используется:

а). в методе ветвей и границ.

б). В методе динамического программирования.

в). В методе муравьиных колоний.

г). В генетических алгоритмах.

Правильный ответ в).

7. Формула

$$P(i,r)=\max \{P(i-1,r); p_i+P(i-1,r-c_i)\}$$

Может быть использована:

а). в методе ветвей и границ.

б). В методе динамического программирования.

в). В методе муравьиных колоний.

г). В генетических алгоритмах.

Правильный ответ б).

8. Кроссовер – это оператор, который используется:

а). в методе ветвей и границ.

б). В методе динамического программирования.

в). В методе муравьиных колоний.

г). В генетических алгоритмах.

Правильный ответ г).

9. формулы

$$\tau_{ij}(t+1) = (1-p)\tau_{ij}(t) + \Delta\tau_{ij}(t);$$

$$\Delta\tau_{ij}(t) = \sum_{k=1}^m \Delta\tau_{ij,k}(t)$$

Используются:

- а). в методе ветвей и границ.
- б). В методе динамического программирования.
- в). В методе муравьиных колоний.
- г). В генетических алгоритмах.

Правильный ответ в).

10. Рассматривается фрагмент алгоритма:

$T_i = t_{\max}$ ;

Пока ( $t_i > t_{\min}$ )

Нц

$S_c = F(S_{i-1})$ ;

$\Delta E = E(S_c) - E(S_{i-1})$ ;

Если  $\Delta E \leq 0$  то  $S_i = S_c$ ;

Иначе осуществить переход с вероятностью  $P(\Delta E) = \exp(-\Delta E/t_i)$ ;

$t_{i+1} = T(i)$ ;

$i = i + 1$ ;

кц;

возвратить последнее состояние  $s$ .

Представленный выше алгоритм – это:

- а) генетический алгоритм;
- б) метод ветвей и границ;
- в) метод имитации отжига;
- г) метод динамического программирования.

Правильный ответ в).

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

2. Формула

$$T(i) = \frac{k \cdot t_{\text{нач}}}{i}$$

Может быть использована:

- а). в методе имитации отжига.
- б). В методе динамического программирования.
- в). В методе муравьиных колоний.
- г). В генетических алгоритмах.

Правильный ответ а).

2. Несбалансированная транспортная задача это:

- а). Открытая транспортная задача.
- б). Закрытая транспортная задача.
- в). Произвольная транспортная задача.
- г). Правильного ответа нет.

Правильный ответ а).

3. Метод северо-западного угла это:

а). Один из методов проверки опорного плана транспортной задачи на оптимальность.

б). Один из комбинаторных методов дискретного программирования, при котором гиперплоскость, определяемая целевой функцией задачи, вдавливается внутрь многогранника планов соответствующей задачи линейного программирования до встречи с ближайшей целочисленной точкой этого многогранника.

в). Один из методов отсечения, с помощью которого решаются задачи целочисленного программирования.

г). Один из группы методов определения первоначального опорного плана транспортной задачи.

Правильный ответ г).

4. Метод потенциалов это:

а). Один из методов проверки опорного плана транспортной задачи на оптимальность.

б). Один из комбинаторных методов дискретного программирования, при котором гиперплоскость, определяемая целевой функцией задачи, вдавливается внутрь многогранника планов соответствующей задачи линейного программирования до встречи с ближайшей целочисленной точкой этого многогранника.

в). Один из методов отсечения, с помощью которого решаются задачи целочисленного программирования.

г). Один из группы методов определения первоначального опорного плана транспортной задачи.

Правильный ответ а).

5. Метод минимального элемента это:

а). Один из комбинаторных методов дискретного программирования, при котором гиперплоскость, определяемая целевой функцией задачи, вдавливается внутрь многогранника планов соответствующей задачи линейного программирования до встречи с ближайшей целочисленной точкой этого многогранника.

б). Один из методов отсечения, с помощью которого решаются задачи целочисленного программирования.

в). Один из группы методов определения первоначального опорного плана транспортной задачи.

г). Один из методов, упрощающий определение исходного опорного плана задачи линейного программирования и симплекс-таблицы.

Правильный ответ в).

6. Формула

$$P_i = \frac{l_i^q \cdot f_i^p}{\sum_{k=0}^N l_k^q \cdot f_k^p}$$

Используется:

а). в методе ветвей и границ.

б). В методе динамического программирования.

в). В методе муравьиных колоний.

г). В генетических алгоритмах.

Правильный ответ в).

7. Формула

$$P(i,r)=\max \{P(i-1,r); p_i+P(i-1,r-c_i)\}$$

Может быть использована:

а). в методе ветвей и границ.

б). В методе динамического программирования.

в). В методе муравьиных колоний.

г). В генетических алгоритмах.

Правильный ответ б).

8. Кроссовер – это оператор, который используется:

а). в методе ветвей и границ.

б). В методе динамического программирования.

в). В методе муравьиных колоний.

г). В генетических алгоритмах.

Правильный ответ г).

9. формулы

$$\tau_{ij}(t+1) = (1-p)\tau_{ij}(t) + \Delta\tau_{ij}(t);$$

$$\Delta\tau_{ij}(t) = \sum_{k=1}^m \Delta\tau_{ij,k}(t)$$

Используются:

- а). в методе ветвей и границ.
- б). В методе динамического программирования.
- в). В методе муравьиных колоний.
- г). В генетических алгоритмах.

Правильный ответ в).

10. Рассматривается фрагмент алгоритма:

$T_1 = t_{\max};$

Пока ( $t_i > t_{\min}$ )

Нц

$S_c = F(S_{i-1});$

$\Delta E = E(S_c) - E(S_{i-1});$

Если  $\Delta E \leq 0$  то  $S_i = S_c;$

Иначе осуществить переход с вероятностью  $P(\Delta E) = \exp(-\Delta E/t_i);$

$t_{i+1} = T(i);$

$i = i + 1;$

кц;

возвратить последнее состояние s.

Представленный выше алгоритм – это:

- а) генетический алгоритм;
- б) метод ветвей и границ;
- в) метод имитации отжига;
- г) метод динамического программирования.

Правильный ответ в).

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Пусть имеется следующая матрица стоимости переезда из одного города в другой

	1	2	3	4	5
1	×	15	10	27	30
2	25	×	20	23	25
3	16	30	×	20	22
4	25	20	18	×	15
5	28	30	20	25	×

Методом ветвей и границ выполнить один этап решения задачи. Какая матрица получится ко второму этапу?

а)

	2	3	4	5
1	0	×	14	20
2	×	0	0	5
4	0	3	×	0
5	5	0	2	×

б)

	1	2	3	4
1	×	0	0	14

2	5	×	0	0
3	0	9	×	1
5	8	5	0	×

в)

	1	2	4	5
1	×	0	14	20
2	5	×	0	5
3	0	9	1	×
4	8	5	×	2

Правильный ответ а).

2. Из исходной матрицы расстояний для задачи о коммивояжере получить нормализованную матрицу

	1	2	3	4	5
1	×	6	4	8	2
2	7	×	5	9	4
3	4	6	×	3	7
4	8	8	4	×	6
5	3	9	2	2	×

Правильный ответ:

	1	2	3	4	5
1	×	1	2	6	0
2	2	×	1	5	0
3	0	0	×	0	4
4	3	1	0	×	2
5	0	4	0	0	×

3. Дан фрагмент матрицы расстояний (расстояние от первого города до остальных).

	1	2	3	4	5
1	×	38	74	59	45

Даны начальные значения уровня феромона на всех маршрутах, исходящих из города 1.

	1	2	3	4	5
1	×	3	2	2	2

Предполагая, что константы  $\alpha$  и  $\beta$  равны 1, рассчитать вероятность выбора маршрута 1->2.

$$а) P_{12} = \frac{3 \cdot \left(\frac{1}{38}\right)}{3 \cdot \left(\frac{1}{38}\right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{74}\right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{59}\right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{45}\right)}$$

$$б) P_{12} = \frac{2 \cdot \left(\frac{1}{74}\right)}{3 \cdot \left(\frac{1}{38}\right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{74}\right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{59}\right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{45}\right)}$$

$$в) P_{12} = \frac{2 \cdot \left(\frac{1}{59}\right)}{3 \cdot \left(\frac{1}{38}\right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{74}\right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{59}\right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{45}\right)}$$

$$г) P_{12} = \frac{2 \cdot \left(\frac{1}{45}\right)}{3 \cdot \left(\frac{1}{38}\right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{74}\right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{59}\right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{45}\right)}$$

правильный ответ а)

4. Пусть муравей находится в пункте 1. Вычислены следующие вероятности перехода в другие состояния:

$P_{12}=0.4283$ ;  $P_{13}=0.1466$ ;  $P_{14}=0.184$ ;  $P_{15}=0.2411$ . Предположим, сгенерировано случайное число 0.652. Какой маршрут будет выбран:

- а) 1->2
- б) 1->3
- в) 1->4
- г) 1->5/

Правильный ответ в).

4. Сформировать два потомка для родителей  $P_1=(3, 5, 7, 1, 6)$   $P_2=(2, 3, 4, 1, 5)$ , используя одноточечный кроссовер с точкой разрыва, равной 3.

Правильный ответ:

Потомок 1 = (3, 5, 4, 1, 5) потомок 2 (2, 3, 7, 1, 6)

5. Для задачи о ранце с исходными данными, представленными в таблице, определить ценность для количества вещей 2 и веса рюкзака 4.

Номер	1	2	3	4
Вес	2	1	3	4
ценность	3	2	4	5

Ценности для одной вещи представлены в таблице.

Кол. предм. /R	0	1	2	3	4	5
$P(0,r)$	0	0	0	0	0	0
1 $P(1,r)$	0 («-»)	0 («-»)	3 («+»)	3 («+»)	3 («+»)	3 («+»)

- а). 3
- б). 4
- в). 5
- г). 6

правильный ответ в).

11. Сформировать два потомка для родителей  $P_1=(3, 5, 7, 1, 6, 5, 3, 2)$   $P_2=(2, 3, 4, 1, 5, 7, 2, 6)$ , используя двухточечный кроссовер с точками разрыва  $i_1=3$  и  $i_2=5$ .

Правильный ответ:

Потомок 1 = (3, 5, 4, 1, 5, 5, 3, 2) потомок 2 (2, 3, 7, 1, 6, 7, 2, 4).

12. Задана приведенная матрица стоимости. Определить фрагмент маршрута, который будет выбран на данном шаге.

	1	2	3	4	5
1	×	1	2	6	0
2	2	×	3	5	0
3	0	0	×	0	4
4	3	1	0	×	2
5	0	4	0	0	×

Правильный ответ:

	1	2	3	4	5
1	×	1	2	6	0(1)
2	2	×	3	5	<b>0(2)</b>
3	0(0)	0(1)	×	0(0)	4
4	3	1	0(1)	×	2
5	0(0)	4	0(0)	0(0)	×

Фрагмент маршрута 2->5

13. Рассматривается фрагмент алгоритма:

Если  $ItemWeight(N) \leq W$

То

$F(N,W)=\max (F(N-1,W), \text{ItemWeight}(N)+ F(N-1,W- \text{ItemWeight}(N)))$   
 Иначе  $F(N,W)= (F(N-1,W))$ .

Это фрагмент:

- а) генетического алгоритма;
- б) метода ветвей и границ;
- в) метода имитации отжига;
- г) метода динамического программирования.

Правильный ответ г).

14. Рассматривается следующий обобщенный фрагмент алгоритма:

Пока размерность матрицы больше 2

Нц

Если матрица содержит хотя бы один ненулевой столбец или одну ненулевую строку,

То Выполнить приведение матрицы

Определить фрагмент маршрута

Оценить стоимость альтернативного маршрута

Понизить размерность матрицы

Кц

Это фрагмент:

- а) генетического алгоритма;
- б) метода ветвей и границ;
- в) метода имитации отжига;
- г) метода динамического программирования.

Правильный ответ б).

15. Определить метки для следующей приведенной матрицы для задачи о коммивояжере

	1	2	3	4
1	-	0	16	1
2	11	-	6	0
3	3	0	-	3
4	0	1	0	-

Правильный ответ:

	1	2	3	4
1	-	$0^0$	16	1
2	11	-	6	$0^7$
3	3	$0^3$	-	3
4	$0^3$	1	$0^6$	-

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

Не предусмотрен учебным планом

#### 7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Общая постановка оптимизационных задач
2. Классификация оптимизационных задач в программном инжиниринге
3. Задача о ранце
4. Транспортная задача
5. Задача о назначениях

6. Задачи на графах
7. Метод ветвей и границ. Общий алгоритм, обзор задач для применения.
8. Метод ветвей и границ. Особенности ветвления. Процедура нахождения оценок
9. Метод ветвей и границ. Особенности ветвления. Процедура нахождения оценок
10. Применение метода ветвей и границ для решения задачи о коммивояжере
11. Примеры других задач, решаемых методом ветвей и границ
12. Метод динамического программирования. Общая постановка
13. Метод динамического программирования. Прямой ход метода
14. Метод динамического программирования. Обратный ход метода
15. Применение метода динамического программирования для решения конвейерной задачи
16. Применение метода динамического программирования для решения задачи о ранце
17. Применение метода динамического программирования для решения задач на графах
18. Методы решения задач дискретной оптимизации, основанные на эвристиках
19. Генетический алгоритм. Основные этапы
20. Примеры использования генетических алгоритмов
21. Метод муравьиных колоний. Общая схема алгоритма
22. Примеры использования метода муравьиных колоний
23. Метод имитации отжига. Общая схема алгоритма
24. Примеры использования метода имитации отжига
25. Формализация оптимизационных задач в программном инжиниринге

#### **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	Введение в оптимизацию в программном инжиниринге	ОПК-1, ОПК-2	Тест, защита лабораторных работ, курсового проекта
2	Комбинаторные методы решения оптимизационных задач	ОПК-1, ОПК-2	Тест, защита лабораторных работ, курсового проекта
3	Эвристические и метаэвристические методы решения оптимизационных задач	ОПК-1, ОПК-2	Тест, защита лабораторных работ, курсового проекта

### 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 методике 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 методике 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.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## 8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

1. Олейникова С.А. Численные методы решения оптимизационных задач: учеб. пособие/ С.А. Олейникова; ФГБОУ «Воронежский государственный технический университет». – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. – 114 с.

2. Олейникова С.А. Численные методы оптимизации: практикум/ С.А. Олейникова, Т.И. Сергеева, М.Ю. Сергеев; ФГБОУ «Воронежский государственный технический университет». – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. – 90 с.

3. Струченков В.И. Методы оптимизации в прикладных задачах [Электронный ресурс]/ Струченков В.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009.— 315 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8722.html>.— ЭБС «IPRbooks»

4. Пантелеев А.В. Методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Пантелеев А.В., Летова Т.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2011.— 424 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9093.html>.— ЭБС «IPRbooks»

5. Организация самостоятельной работы обучающихся: методические указания для студентов, осваивающих основные образовательные программы высшего образования – бакалавриата, специалитета, магистратуры: методические указания / сост. В.Н. Почечихина, И.Н. Крючкова, Е.И. Головина, В.Р. Демидов; ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». – Воронеж, 2020. – 14 с.

6. Методические рекомендации по выполнению курсовых проектов (работ) по программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета, магистратуры / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. В.Н. Почечихина, И.Н. Крючкова, Е.И. Головина. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2020. 10 с.

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

### **Лицензионное ПО:**

- Windows Professional 7 Single Upgrade MVL A Each Academic
- Microsoft Office Word 2007
- Microsoft Office Power Point 2007

### **Свободно распространяемое ПО:**

- Microsoft SQL Server Express
- Microsoft SQL Server Managment Studio
- СУБД MS SQL Server 2012

### **Отечественное ПО:**

- Яндекс.Браузер
- Архиватор 7z
- Astra Linux

### **Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

- Образовательный портал ВГТУ
- <http://www.edu.ru/>
- <https://metanit.com/>

### **Информационно-справочные системы:**

- <http://window.edu.ru>
- <https://wiki.cchgeu.ru/>

### **Современные профессиональные базы данных:**

- <https://proglib.io>
- <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/>
- <https://docs.microsoft.com/>

### **Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:**

- лекции с применением мультимедийных средств;
- обучение прикладным информационным технологиям, ориентированным на специальность, в рамках лабораторных работ с применением лицензионного программного обеспечения.

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

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

Для проведения лабораторных работ необходима лаборатория с ПК, оснащенными программами для проведения лабораторного практикума и обеспечивающими возможность доступа к локальной сети кафедры и Интернет, из следующего перечня:

- 311 (Лаборатория разработки программных систем)
- 320 (Лаборатория общего назначения)
- 322 (Лаборатория распределённых вычислений)
- 324 (Специализированная лаборатория сетевых систем управления (научно-образовательный центр «АТОС»))
- 325 (Лаборатория автоматизации проектирования вычислительных комплексов и сетей)

Лаборатории расположены по адресу: 394066, г. Воронеж, Московский проспект, 179 (учебный корпус №3).

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

По дисциплине «Управление вычислительными системами и сетями» читаются лекции, проводятся лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

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.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта, защитой лабораторных работ и на экзамене при ответе на вопросы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента (особенности деятельности студента инвалида и лица с ОВЗ, при наличии таких обучающихся)
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 занятий для подготовки к ним необходимо: разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебного пособия, проработать дополнительную литературу и источники, изучить методическое обеспечение лабораторной работы.
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>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- выполнение курсового проекта;</li> <li>- оформление расчетно-пояснительной записки;</li> <li>- подготовка к лабораторным занятиям;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение индивидуальных заданий на лабораторных занятиях

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата вне- сения из- менений	Подпись заведующе- го кафедрой, ответ- ственной за реализа- цию ОПОП