

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО**  
доцент **Ильюшин Ю.В.**

---

**Проректор по образовательной**  
**деятельности**  
**Д.Г. Петраков**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Бакалавриат
<b>Направление подготовки</b>	27.03.03 Системный анализ и управление
<b>Направленность (профиль)</b>	Теория и математические методы системного анализа и управления в технических, экономических и социальных системах
<b>Квалификация выпускника:</b>	бакалавр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	д.ф.-м.н., профессор Кризский В.Н.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Вычислительная математика» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «27.03.03 Системный анализ и управление», утвержденного приказом Минобрнауки России № 902 от 07.08.2020 г.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «27.03.03 Системный анализ и управление» направленность (профиль) «Теория и математические методы системного анализа и управления в технических, экономических и социальных системах»

Составитель \_\_\_\_\_ д.ф.-м.н., проф. В.Н. Кризский

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры Информатики и компьютерных технологий от 17.02.2021 г., протокол №6.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ к.т.н., доц. А.Б. Маховиков

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования \_\_\_\_\_ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. А.Ю. Романчиков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель дисциплины «Вычислительная математика»:** формирование у студентов базовых знаний об основных понятиях численных методов и методов линейной и нелинейной оптимизации, дискретной математики, теории графов, а также подготовка студентов к освоению последующих дисциплин и решению прикладных задач, связанных с использованием вычислительных технологий в профессиональной деятельности.

### Основные задачи дисциплины:

- изучение основ вычислительной математики;
- овладение методами использования современного аппаратного и программного обеспечения персональных компьютеров для решения практических вычислительных задач в профессиональной деятельности;
- формирование мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области компьютерных вычислений.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Вычислительная математика» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «27.03.03 Системный анализ и управление» направленность (профиль) «Теория и математические методы системного анализа и управления в технических, экономических и социальных системах» и изучается в третьем и четвертом семестрах.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Вычислительная математика» являются Математика, Физика, Введение в информационные технологии.

Дисциплина «Вычислительная математика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Математические методы физики, Математические методы системного анализа и теории принятия решений, Системное моделирование.

Особенностью дисциплины является применение языков программирования высокого уровня и систем компьютерной математики для решения практических задач.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Вычислительная математика» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики	ОПК-1	ОПК-1.1. Знать положения, законы и методы в области естественных наук и математики ОПК-1.2. Уметь проводить анализ задач профессиональной деятельности в области естественных наук и математики ОПК-1.3. Владеть навыками применения положений, законов и методов в области естественных наук и математики для анализа задач профессиональной деятельности
Способен принимать научно обоснованные решения в области системного анализа и автоматического управле-	ОПК-8	ОПК-8.1. Знать профильные разделы математики, физики, информатики, методов системного, функционального анализа, теории управления, знаний, позволяющие принимать научно обоснованные решения в области системного анализа и автоматического

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
ния на основе знаний профильных разделов математики, физики, информатики, методов системного и функционального анализа, теории управления и теории знаний		управления ОПК-8.2. Уметь принимать научно обоснованные решения в области системного анализа и автоматического управления на основе знаний профильных разделов математики, физики, информатики, методов системного, функционального анализа, теории управления ОПК-8.3. Владеть навыками использования знаний профильных разделов математики, физики, информатики, методов системного, функционального анализа, теории управления для принятия научно обоснованных решений в области системного анализа и автоматического управления

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет **8** зачётных единицы, **288** ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		3	4
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>119</b>	<b>68</b>	<b>51</b>
Лекции (Л)	51	34	17
Практические занятия (ПЗ)	68	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе</b>	<b>133</b>	<b>58</b>	<b>75</b>
Выполнение курсовой работы (проекта)	-	-	-
Подготовка к семинарским занятиям	-	-	-
Подготовка к практическим занятиям	133	58	75
Подготовка к лабораторным занятиям	-	-	-
<b>Вид промежуточной аттестации: экзамен (Э), зачет (З),</b>	<b>36 (Э)</b>	<b>(З)</b>	<b>36 (Э)</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>			
	<b>ак. час.</b>	<b>288</b>	<b>126</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>8</b>	<b>3,5</b>
			<b>162</b>
			<b>4,5</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1 Дискретная математика.	24	6	-	-	18
Раздел 2 Численные методы	169	35	54	-	80
Раздел 3 Линейное программирование	35	6	8	-	21
Раздел 3 Методы оптимизации	24	4	6	-	14
<b>Итого:</b>	<b>252</b>	<b>51</b>	<b>68</b>	<b>-</b>	<b>133</b>
Подготовка к экзамену	<b>36</b>				
<b>Всего:</b>	<b>288</b>				

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
3 семестр			
1	Раздел 1	Элементы алгебры логики. Элементы теории графов. Задачи о кратчайшем пути, о максимальном потоке в сети.	6
2	Раздел 2	Интерполяция и аппроксимация. Численное дифференцирование. Численное интегрирование. Численные методы линейной алгебры. Решение систем нелинейных уравнений. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.	28
Итого по 3 семестру			34
4 семестр			
3	Раздел 2	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Дифференциальные уравнения с частными производными.	7
4	Раздел 3	Стандартная и каноническая формы задачи линейного программирования. Двойственная задача. Базисные решения. Теоремы двойственности. Графический метод. Алгоритм симплекс-метода. Транспортная задача. Метод потенциалов.	6
5	Раздел 4	Поиск минимума функционала. Методы нулевого и первого порядков. Одномерная и многомерная оптимизация.	4
Итого по 4 семестру			17
<b>Итого:</b>			<b>51</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
3 семестр			
1	Раздел 2	Интерполяция функций. Аппроксимация функций.	6
2	Раздел 2	Численное интегрирование.	8
3	Раздел 2	Системы линейных уравнений. Проблема собственных значений	10
4	Раздел 2	Решение нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений	8
5	Раздел 2	Обыкновенные дифференциальные уравнения	2
Итого по 3 семестру			34
4 семестр			
6	Раздел 2	Обыкновенные дифференциальные уравнения	10
7	Раздел 2	Дифференциальные уравнения с частными производными.	10
8	Раздел 3	Решение задачи линейного программирования.	4
9	Раздел 3	Транспортная задача.	4
10	Раздел 4	Экстремальные задачи на графах.	2
11	Раздел 4	Поиск минимума функционалов.	4
Итого по 4 семестру			34
<b>Итого:</b>			<b>68</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне *зачета/экзамена*) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости**

#### **Раздел 1. Дискретная математика**

1. Что такое нормальная дизъюнктивная форма?
2. Что называется графом?
3. Какой граф называется ориентированным?
4. Что такое ребро графа, вершина?
5. Что такое путь на графе?

#### **Раздел 2. Численные методы**

1. Чем аппроксимация отличается от интерполяции?
2. Из каких соображений выведена формула трапеций численного интегрирования?
3. Назначение этапа решения «отделение корней».
4. Идея метода деления отрезка пополам решения скалярного уравнения.
5. Идея метода простой итерации.
6. Условия сходимости метода Ньютона.
7. Из каких этапов состоит решение системы нелинейных уравнений численными методами?
8. Какие методы относятся к прямым методам решения СЛАУ с  $n$  неизвестными?
9. Какие методы относятся к приближенным методам решения СЛАУ с  $n$  неизвестными?
10. В чем заключается суть метода Жордана-Гаусса для решения СЛАУ?
11. Какие существуют методы решения нелинейного уравнения с одной неизвестной численными методами?
12. В чем состоит сущность этапа отделения корней при использовании численных методов решения нелинейного уравнения?
13. Какие существуют методы решения систем нелинейных уравнений?
14. Идея метода Эйлера решения обыкновенного дифференциального уравнения?
15. Идея метода Рунге-Кутты решения обыкновенного дифференциального уравнения?
16. Какое уравнение называется дифференциальным уравнением в частных производных?

#### **Раздел 3. Линейное программирование**

1. Какой вид задачи линейного программирования называют каноническим?
2. Какие задачи линейного программирования могут решаться графически?
3. Идея симплекс метода решения задач линейного программирования.
4. Транспортная задача. Постановка и особенности транспортной задачи.
5. Суть метода северо-западного угла.
6. Алгоритм метода потенциалов решения транспортной задачи

#### **Раздел 4. Методы оптимизации**

1. Идея метода золотого сечения.
2. Идея метода деления отрезка минимизации выпуклой функции.
3. Идея метода наискорейшего спуска.
4. Что называется порядком метода?
5. В чем идея метода конфигураций?

## **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачета/экзамена)**

### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к зачету/экзамену (по дисциплине):**

1. Предмет, задачи, содержание дисциплины.
2. Что такое дизъюнкция?
3. Что такое конъюнкция?
4. Что такое импликация?
5. Что называется графом?
6. Какой граф называется двудольным?
7. Какой граф называется ориентированным?
8. Что называется ребром графа?
9. Что такое вес ребра графа?
10. Что такое маршрут?
11. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
12. Интерполяционный многочлен Ньютона (1-ая формула).
13. Интерполяционный многочлен Ньютона (2-ая формула).
14. Интерполирование сплайнами.
15. Квадратурная формула.
16. Квадратурная формула трапеций.
17. Квадратурная формула Симпсона.
18. Квадратурная формула Гаусса.
19. Отделение корней нелинейного скалярного уравнения.
20. Метод дихотомии.
21. Метод хорд.
22. Метод касательных.
23. Метод секущих.
24. Комбинированный метод хорд-касательных.
25. Метод простых итераций.
26. Условия сходимости метода простых итераций.
27. Методы Гаусса-Жордана решения СЛАУ.
28. Метод LU-разложений.
29. Нахождение определителя методом LU-разложений.
30. Нахождение обратной матрицы методом LU-разложений.
31. Метод квадратного корня решения СЛАУ.
32. Метод Данилевского.
33. Степенной метод.
34. Метод разложения в ряд решения задачи Коши.
35. Метод Эйлера решения задачи Коши.
36. Метод Хьюна решения задачи Коши.
37. Методы Рунге-Кутты решения задачи Коши.
38. Методы Адамса решения задачи Коши.
39. Метод сеток решения краевой задачи для ОДУ 2-го порядка.
40. Метод сеток решения начально-краевой задачи для ДУ с ЧП 2-го порядка.
41. Задачи линейного программирования. Стандартная и каноническая формы.
42. Графический метод решения задач линейного программирования.
43. Симплекс метод решения задач линейного программирования.
44. Транспортная задача.
45. Метод северо-западного угла задания начального базиса.
46. Решение транспортной задачи методом потенциалов.
47. Метод золотого сечения.
48. Метод деления отрезка минимизации выпуклой функции.



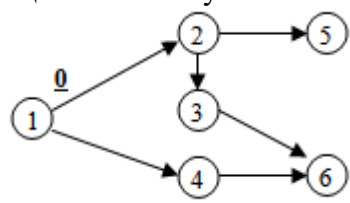
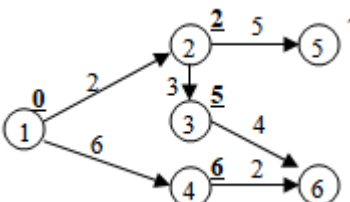
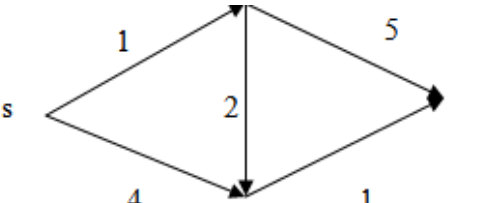
49. Метод наискорейшего спуска.

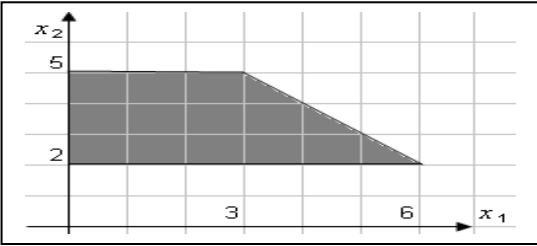
50. Метод конфигураций.

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

#### Вариант 1

№	Вопрос	Варианты ответа
1.	<p>Дана задача линейного программирования:</p> $z = 2x_1 + 4x_2 \rightarrow \max,$ $\begin{cases} x_1 - 2x_2 \leq 3, \\ 2x_1 + 3x_2 \leq 2, \\ 4x_1 - x_2 \geq 3, \end{cases} \quad x_1, x_2 \geq 0$ <p>Целевая функция двойственной задачи будет иметь вид:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>3y_1 + 2y_2 \rightarrow \max</math></li> <li>2. <math>3y_1 + 3y_2 \rightarrow \min</math></li> <li>3. <math>3y_1 + 2y_2 - 3y_3 \rightarrow \max</math></li> <li>4. <math>3y_1 + 2y_2 - 3y_3 \rightarrow \min</math></li> </ol>
2.	<p>При решении симплекс-методом задачи линейного программирования с системой ограничений</p> $\begin{cases} 2x_1 + 5x_2 + x_3 = 5 \\ 4x_1 - 3x_2 + x_4 = 8 \end{cases}$ <p>начальное допустимое базисное решение имеет вид:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 5, x_4 = 8</math></li> <li>2. <math>x_1 = 2,5, x_2 = 0, x_3 = 0, x_4 = 8</math></li> <li>3. <math>x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 10, x_4 = 6</math></li> <li>4. <math>x_1 = 4, x_2 = 0, x_3 = 2, x_4 = 4</math></li> </ol>
3.	<p>Градиент функции</p> $f(x_1, x_2) = 2x_1^2 - 3x_1 + 4x_2^2 + x_2 - 8$ <p>равен ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>(-3, 1)</math></li> <li>2. <math>(4x_1, 8x_2)</math></li> <li>3. <math>(2x_1 - 3, 4x_2 + 1)</math></li> <li>4. <math>(4x_1 - 3, 8x_2 + 1)</math></li> </ol>
4.	<p>Матрица Гессе состоит из производных ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1 порядка</li> <li>2. 2 порядка</li> <li>3. 3 порядка</li> <li>4. 4 порядка</li> </ol>
5.	<p>Матрица Гессе <math>\begin{bmatrix} 2 &amp; 3 \\ 3 &amp; 4 \end{bmatrix}</math> соответствует квадратичной функции:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>x^2 + 6xy + 2y^2</math></li> <li>2. <math>2x^2 + 6xy + 2y^2</math></li> <li>3. <math>2x^2 + 6xy + 4y^2</math></li> <li>4. <math>x^2 + 3xy + 2y^2</math></li> </ol>
6.	<p>При минимизации одномерной функции метод половинного деления позволяет за 2 вычисления функции уменьшить интервал неопределенности в ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. два раза</li> <li>2. три раза</li> <li>3. 4 раза</li> <li>4. 0,618 раз</li> </ol>
7.	<p>Направления спуска ортогональны в методе ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Покоординатного спуска</li> <li>2. Ньютона</li> <li>3. Наискорейшего спуска</li> <li>4. Верно 1 и 3</li> </ol>

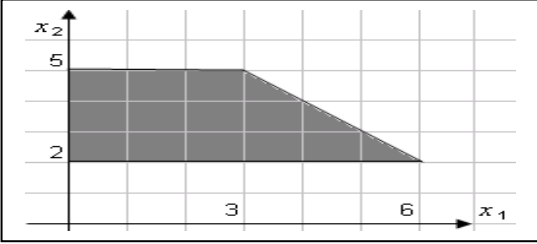
№	Вопрос	Варианты ответа
8.	<p>Метод Дейкстры. Вершина 1 получила окончательную пометку "0". Какие вершины на следующем шаге получают новые временные пометки?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. {2, 3, 4}</li> <li>2. {2, 3}</li> <li>3. {2, 4}</li> <li>4. {5, 6}</li> </ol>
9.	<p>Вершины 1, 2, 3, 4 имеют постоянные пометки 0, 2, 5, 6 соответственно. Чему станет равна временная пометка вершины 6 на следующем шаге?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ∞</li> <li>2. 6</li> <li>3. 8</li> <li>4. 9</li> </ol>
10.	<p>Длина кратчайшего пути из S в T равна:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 3</li> <li>2. 4</li> <li>3. 5</li> <li>4. 6</li> </ol>
11.	<p>Приведена формальная постановка задачи ...</p> $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$ $\sum_{j=1}^n x_{1j} \leq 1;$ $\sum_{j=1}^n x_{ij} - \sum_{j=1}^n x_{ji} = 0, i = 2, \dots, n-1;$ $\sum_{j=1}^n x_{jn} \geq 1;$ $x_{ij} \geq 0.$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. линейного программирования</li> <li>2. транспортной задачи</li> <li>3. о кратчайшем пути</li> <li>4. о максимальном потоке в сети</li> </ol>

№	Вопрос	Варианты ответа																														
12.	<p>Область допустимых решений задачи линейного программирования имеет вид:</p>  <p>Тогда максимальное значение целевой функции <math>Z=2x_1+x_2</math> равно ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 6</li> <li>2. 13</li> <li>3. 11</li> <li>4. 14</li> </ol>																														
13.	<p>Транспортная задача</p> <table border="1" data-bbox="239 667 758 913"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="3">магазины</th> </tr> <tr> <th>склады</th> <th>b1=30</th> <th>b2=50</th> <th>b3=20</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a1=30</td> <td>2</td> <td>7</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>a2=50+a</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>9</td> </tr> </tbody> </table> <p>будет закрытой, если <math>a = \dots</math></p>		магазины			склады	b1=30	b2=50	b3=20	a1=30	2	7	4	a2=50+a	3	1	9	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>a = 50</math></li> <li>2. <math>a = 20</math></li> <li>3. <math>a = 40</math></li> <li>4. <math>a = 10</math></li> </ol>														
	магазины																															
склады	b1=30	b2=50	b3=20																													
a1=30	2	7	4																													
a2=50+a	3	1	9																													
14.	<p>Величина максимального потока ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. равна величине максимального разреза</li> <li>2. больше величины любого разреза</li> <li>3. равна величине минимального разреза</li> <li>4. равна величине среднего арифметического всех разрезов</li> </ol>																														
15.	<p>Для применения алгоритма Дейкстры требуется, чтобы веса дуг были ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. все целые</li> <li>2. все неотрицательные</li> <li>3. не образовывали отрицательных циклов</li> <li>4. все целые и неотрицательные</li> </ol>																														
16.	<p>Сколько единиц груза следует перебросить по циклу при увеличении перевозки из 2 в 1?</p> <table border="1" data-bbox="239 1556 782 1803"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="3">магазины</th> <th></th> </tr> <tr> <th>склады</th> <th>b1=10</th> <th>b2=40</th> <th>b3=30</th> <th>U</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a1=20</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>6</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>a2=60</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>4</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>-4</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>1</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		магазины				склады	b1=10	b2=40	b3=30	U	a1=20	4	2	6	0	a2=60	3	5	4	3		-4				V	4	2	1		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 50</li> <li>2. 0</li> <li>3. 10</li> <li>4. 30</li> </ol>
	магазины																															
склады	b1=10	b2=40	b3=30	U																												
a1=20	4	2	6	0																												
a2=60	3	5	4	3																												
	-4																															
V	4	2	1																													

№	Вопрос	Варианты ответа																																																																																	
17.	<p>Какая из перевозок станет небазисной при включении в базис перевозки из 2 в 1?</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="6" style="text-align: center;">магазины</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">b1=10</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">b2=40</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">b3=30</td> <td style="text-align: center;">U</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">склады</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">4</td> <td></td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> <td style="text-align: center;">6</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">a1=20</td> <td></td> <td style="text-align: center;">10</td> <td></td> <td style="text-align: center;">10</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">a2=60</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">3</td> <td></td> <td style="text-align: center;">5</td> <td></td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">+</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">30</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">30</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">-4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">V</td> <td></td> <td style="text-align: center;">4</td> <td></td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> </tr> </table>			магазины									b1=10		b2=40		b3=30		U	склады			4		2		6		a1=20		10		10				0							5			a2=60			3		5		4	3		+			30			30			-4									V		4		2		1		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. из 1 в 3</li> <li>2. из 1 в 1</li> <li>3. из 2 в 2</li> <li>4. из 2 в 3</li> </ol>
		магазины																																																																																	
		b1=10		b2=40		b3=30		U																																																																											
склады			4		2		6																																																																												
a1=20		10		10				0																																																																											
						5																																																																													
a2=60			3		5		4	3																																																																											
	+			30			30																																																																												
	-4																																																																																		
	V		4		2		1																																																																												
18.	<p>Дан граф, имеющий <math>n</math> вершин. Этот граф будет называться деревом, если ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. не имеет циклов</li> <li>2. является связным и содержит <math>(n-1)</math> дугу</li> <li>3. является связным без циклов</li> <li>4. верно 2 и 3</li> </ol>																																																																																	
19.	<p>Чему равна величина кратчайшего остова?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 9</li> <li>2. 7</li> <li>3. 6</li> <li>4. 8</li> </ol>																																																																																	
20.	<p>Чему равно максимальное количество дуг в ориентированном графе (без петель) содержащем <math>n</math> вершин?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>n^2-n</math></li> <li>2. <math>2n</math></li> <li>3. <math>n-1</math></li> <li>4. <math>n^2</math></li> </ol>																																																																																	

### Вариант 2

№	Вопрос	Варианты ответа
1.	<p>Матрица Гессе <math>\begin{bmatrix} 6 &amp; 4 \\ 4 &amp; 10 \end{bmatrix}</math> соответствует квадратичной функции:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>x^2+6xy+2y^2</math></li> <li>2. <math>3x^2+4xy+5y^2</math></li> <li>3. <math>2x^2+6xy+4y^2</math></li> <li>4. <math>x^2+2xy+y^2</math></li> </ol>
2.	<p>При минимизации одномерной функции метод золотого сечения позволяет за 1 вычисление функции уменьшить интервал неопределенности в ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. два раза</li> <li>2. три раза</li> <li>3. 4 раза</li> <li>4. 0,618 раз</li> </ol>
3.	<p>Метод Ньютона находит минимум квадратичной функции <math>n</math> аргументов за ....</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1 шаг</li> <li>2. 2 шага</li> <li>3. <math>n-1</math> шаг</li> <li>4. <math>n</math> шагов</li> </ol>
4.	<p>Какой алгоритм следует использовать для вычисления кратчайших путей между всеми парами вершин?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дейкстры</li> <li>2. Беллмана</li> <li>3. Флойда-Уоршелла</li> <li>4. индексно-матричный</li> </ol>

№	Вопрос	Варианты ответа																														
5.	Для применения алгоритма Флойда-Уоршелла требуется, чтобы веса дуг были ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>все целые</li> <li>все неотрицательные</li> <li>не образовывали отрицательных циклов</li> <li>любые</li> </ol>																														
6.	Градиент функции $f(x_1, x_2) = 3x_1^2 - 2x_1 + 2x_2^2 + 5x_2 - 4$ равен ...	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>(-2, 5)</math></li> <li><math>(6x_1 - 2, 4x_2 + 5)</math></li> <li><math>(6x_1, 4x_2)</math></li> <li><math>(3x_1 - 2, 2x_2 + 5)</math></li> </ol>																														
7.	Для ограничений $\begin{cases} 20x_1 + 30x_2 + s_1 = 2000 \\ 15x_1 + 20x_2 + s_2 = 6000 \end{cases}$ найти базисное решение при условии, что свободными переменными являются $x_2$ и $s_1$ .	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>x_1=100, x_2=0, s_1=0, s_2=4500</math></li> <li><math>x_1=0, x_2=100, s_1=20, s_2=0</math></li> <li><math>x_1=80, x_2=0, s_1=0, s_2=300</math></li> <li><math>x_1=120, x_2=0, s_1=0, s_2=1</math></li> </ol>																														
8.	<p>Область допустимых решений задачи линейного программирования имеет вид:</p>  <p>Тогда максимальное значение целевой функции <math>Z=x_1+3x_2</math> равно ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>12</li> <li>13</li> <li>18</li> <li>11</li> </ol>																														
9.	<p>Оптимальная симплекс-таблица задачи линейного программирования имеет вид:</p> <table border="1" data-bbox="240 1686 1002 1877"> <thead> <tr> <th>базис</th> <th>значения</th> <th><math>x_1</math></th> <th><math>x_2</math></th> <th><math>s_1</math></th> <th><math>s_2</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>x_2</math></td> <td><math>66 \frac{2}{3}</math></td> <td><math>\frac{2}{3}</math></td> <td>1</td> <td><math>\frac{1}{30}</math></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><math>s_2</math></td> <td><math>4666 \frac{2}{3}</math></td> <td><math>1 \frac{2}{3}</math></td> <td>0</td> <td><math>-\frac{2}{3}</math></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td><math>z</math></td> <td>10000</td> <td>10</td> <td>0</td> <td>5</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><math>\Delta_1</math></td> <td><math>\Delta_2</math></td> <td><math>y_1</math></td> <td><math>y_2</math></td> </tr> </tbody> </table> <p>Тогда оптимальный план выпуска продукции равен ...</p>	базис	значения	$x_1$	$x_2$	$s_1$	$s_2$	$x_2$	$66 \frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	1	$\frac{1}{30}$	0	$s_2$	$4666 \frac{2}{3}$	$1 \frac{2}{3}$	0	$-\frac{2}{3}$	1	$z$	10000	10	0	5	0			$\Delta_1$	$\Delta_2$	$y_1$	$y_2$	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>x_1 = 0, x_2 = 66 \frac{2}{3}</math></li> <li><math>x_1 = 2, x_2 = 6</math></li> <li><math>x_1 = 2, x_2 = 6</math></li> <li><math>x_1 = 6, x_2 = 4666 \frac{2}{3}</math></li> </ol>
базис	значения	$x_1$	$x_2$	$s_1$	$s_2$																											
$x_2$	$66 \frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	1	$\frac{1}{30}$	0																											
$s_2$	$4666 \frac{2}{3}$	$1 \frac{2}{3}$	0	$-\frac{2}{3}$	1																											
$z$	10000	10	0	5	0																											
		$\Delta_1$	$\Delta_2$	$y_1$	$y_2$																											

№	Вопрос	Варианты ответа																																										
10.	<p>Определить оптимальную выручку по результатам решения в Поиске решения.</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>прод 1</td> <td>прод 2</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>план вып</td> <td>0</td> <td>66 2/3</td> <td>выручка</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>цены</td> <td>90</td> <td>150</td> <td>10000</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>вид ресурс</td> <td>нормы затрат</td> <td>ресурс</td> <td>затраты</td> <td>р знак</td> <td>запасы ресурсов</td> </tr> <tr> <td>сырье</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>2000</td> <td>&lt;=</td> <td>2000</td> </tr> <tr> <td>время</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>1333 1/3</td> <td>&lt;=</td> <td>6000</td> </tr> </table>		прод 1	прод 2				план вып	0	66 2/3	выручка			цены	90	150	10000									вид ресурс	нормы затрат	ресурс	затраты	р знак	запасы ресурсов	сырье	20	30	2000	<=	2000	время	15	20	1333 1/3	<=	6000	<ol style="list-style-type: none"> <li>10000</li> <li>250</li> <li>89</li> <li>125</li> </ol>
	прод 1	прод 2																																										
план вып	0	66 2/3	выручка																																									
цены	90	150	10000																																									
вид ресурс	нормы затрат	ресурс	затраты	р знак	запасы ресурсов																																							
сырье	20	30	2000	<=	2000																																							
время	15	20	1333 1/3	<=	6000																																							
11.	<p>Дана задача линейного программирования:</p> $z = 2x_1 + 4x_2 \rightarrow \max,$ $\begin{cases} x_1 - 2x_2 \leq 3, \\ 2x_1 + 3x_2 \leq 2, \\ 4x_1 - x_2 \geq 3, \end{cases} \quad x_1, x_2 \geq 0$ <p>Целевая функция двойственной задачи будет иметь вид:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>3y_1 + 2y_2 \rightarrow \max</math></li> <li><math>3y_1 + 3y_2 \rightarrow \min</math></li> <li><math>3y_1 + 2y_2 - 3y_3 \rightarrow \max</math></li> <li><math>3y_1 + 2y_2 - 3y_3 \rightarrow \min</math></li> </ol>																																										
12.	<p>Приведена формальная постановка задачи ...</p> $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$ $\sum_{j=1}^m x_{ij} = a_i, \quad i = 1, \dots, n;$ $\sum_{i=1}^n x_{ij} = b_j, \quad j = 1, \dots, m;$ $x_{ij} \geq 0.$	<ol style="list-style-type: none"> <li>о кратчайшем пути</li> <li>о максимальном потоке в сети</li> <li>транспортной задачи</li> <li>о потоке минимальной стоимости</li> </ol>																																										
13.	<p>Приведена формальная постановка задачи ...</p> $\sum_{i=1}^{n-1} x_{in} \rightarrow \max;$ $\sum_{j=1}^n x_{ij} - \sum_{j=1}^n x_{ji} = 0, \quad i = 2, \dots, n-1;$ $0 \leq x_{ij} \leq U_{ij}.$	<ol style="list-style-type: none"> <li>о кратчайшем пути</li> <li>о максимальном потоке в сети</li> <li>транспортной задачи</li> <li>о потоке минимальной стоимости</li> </ol>																																										
14.	<p>При решении симплекс-методом задачи линейного программирования с системой ограничений</p> $\begin{cases} 2x_1 + 5x_2 + x_3 = 5 \\ 4x_1 - 3x_2 + x_4 = 8 \end{cases}$ <p>начальное допустимое базисное решение имеет вид ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>x_1 = 4, x_2 = 0, x_3 = 2, x_4 = 4</math></li> <li><math>x_1 = 2,5, x_2 = 0, x_3 = 0, x_4 = 8</math></li> <li><math>x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 10, x_4 = 6</math></li> <li><math>x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 5, x_4 = 8</math></li> </ol>																																										

№	Вопрос	Варианты ответа																															
15.	<p>Дана задача линейного программирования:</p> $5x_1 + 2x_2 - 6x_3 \rightarrow \min,$ $\begin{cases} 3x_1 + x_2 - 2x_3 \geq 5, \\ 3x_1 - 2x_2 + 2x_3 \geq 4, \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0. \end{cases}$ <p>Какой из указанных планов является допустимым?</p>	1. $(1, 1, 0)^T$ 2. $(1, 1, 1)^T$ 3. $(2, 1, 2)^T$ 4. $(2, 1, 0)^T$																															
16.	<p>Дана задача линейного программирования:</p> $x_1 + 3x_2 \rightarrow \max,$ $\begin{cases} 2x_1 + 4x_2 \geq 8, \\ 3x_1 + 7x_2 \leq 21, \\ x_1, x_2 \geq 0. \end{cases}$ <p>Какой из указанных планов является оптимальным?</p>	1. $(0, 2)^T$ 2. $(0, 3)^T$ 3. $(5, 0)^T$ 4. $(7, 0)^T$																															
17.	<p>План перевозок (жирным шрифтом в нижнем левом углу) транспортной задачи</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">склады</th> <th colspan="3">магазины</th> </tr> <tr> <th>b1=35</th> <th>b2=55</th> <th>b3=25</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a1=45</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">7</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>20+a</b></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>25</b></td> </tr> <tr> <td>a2=70</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>15</b></td> <td style="text-align: center;"><b>55</b></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>будет допустимым при <math>a = \dots</math></p>	склады	магазины			b1=35	b2=55	b3=25	a1=45	2	7	4		<b>20+a</b>		<b>25</b>	a2=70	3	1	9		<b>15</b>	<b>55</b>		1. $a=0$ 2. $a=20$ 3. $a=30$ 4. $a=5$								
склады	магазины																																
	b1=35	b2=55	b3=25																														
a1=45	2	7	4																														
	<b>20+a</b>		<b>25</b>																														
a2=70	3	1	9																														
	<b>15</b>	<b>55</b>																															
18.	<p>Для плана перевозок</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">склады</th> <th colspan="3">магазины</th> </tr> <tr> <th>b1=35</th> <th>b2=55</th> <th>b3=25</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a1=45</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">7</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>20</b></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>25</b></td> </tr> <tr> <td>a2=70</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>15</b></td> <td style="text-align: center;"><b>55</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>v1</b></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>u2=1</b></td> </tr> </tbody> </table> <p>вычислить потенциал <math>V_1</math>, если потенциал <math>u_2=1</math>.</p>	склады	магазины			b1=35	b2=55	b3=25	a1=45	2	7	4		<b>20</b>		<b>25</b>	a2=70	3	1	9		<b>15</b>	<b>55</b>			<b>v1</b>		<b>u2=1</b>	1. 7 2. 2 3. 5 4. 9				
склады	магазины																																
	b1=35	b2=55	b3=25																														
a1=45	2	7	4																														
	<b>20</b>		<b>25</b>																														
a2=70	3	1	9																														
	<b>15</b>	<b>55</b>																															
	<b>v1</b>		<b>u2=1</b>																														
19.	<p>Сколько единиц груза следует перебросить по циклу при увеличении перевозки из 2 в 1?</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">склады</th> <th colspan="3">магазины</th> <th rowspan="2">U</th> </tr> <tr> <th>b1=40</th> <th>b2=50</th> <th>b3=30</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a1=70</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td rowspan="2" style="vertical-align: middle;">-6</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>40</b></td> <td style="text-align: center;"><b>30</b></td> <td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td>a2=50</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">9</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td rowspan="2" style="vertical-align: middle;">0</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;"><b>20</b></td> <td style="text-align: center;"><b>30</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>V</b></td> <td style="text-align: center;">14</td> <td style="text-align: center;">9</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> </tbody> </table>	склады	магазины			U	b1=40	b2=50	b3=30	a1=70	8	3	5	-6		<b>40</b>	<b>30</b>	9	a2=50	6	9	2	0		+	<b>20</b>	<b>30</b>		<b>V</b>	14	9	2	1. 10 2. 40 3. 30 4. 20
склады	магазины			U																													
	b1=40	b2=50	b3=30																														
a1=70	8	3	5	-6																													
	<b>40</b>	<b>30</b>	9																														
a2=50	6	9	2	0																													
	+	<b>20</b>	<b>30</b>																														
	<b>V</b>	14	9	2																													

№	Вопрос	Варианты ответа																				
20.	<p>Какая из перевозок станет небазисной при включении в базис перевозки из 2 в 1?</p> <p style="text-align: center;">магазины</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">склады</td> <td style="text-align: center;">b1=40</td> <td style="text-align: center;">b2=50</td> <td style="text-align: center;">b3=30</td> <td style="text-align: center;">U</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">a1=70</td> <td style="text-align: center;">40</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">9</td> <td style="text-align: center;">-6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">a2=50</td> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">V</td> <td style="text-align: center;">14</td> <td style="text-align: center;">9</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> </tr> </table>	склады	b1=40	b2=50	b3=30	U	a1=70	40	30	9	-6	a2=50	+	20	30	0	V	14	9	2		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. из 1 в 3</li> <li>2. из 2 в 3</li> <li>3. из 2 в 2</li> <li>4. из 1 в 2</li> </ol>
склады	b1=40	b2=50	b3=30	U																		
a1=70	40	30	9	-6																		
a2=50	+	20	30	0																		
V	14	9	2																			

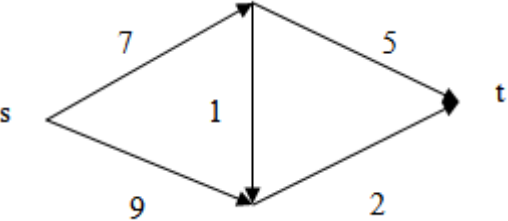
### Вариант 3

№	Вопрос	Варианты ответа
1.	<p>Дана задача линейного программирования:</p> $5x_1 + 2x_2 - 6x_3 \rightarrow \min,$ $\begin{cases} 3x_1 + x_2 - 2x_3 \geq 5, \\ 3x_1 - 2x_2 + 2x_3 \geq 4, \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0. \end{cases}$ <p>Какой из указанных планов является допустимым?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>(1, 1, 0)^T</math></li> <li>2. <math>(2, 1, 0)^T</math></li> <li>3. <math>(2, 1, 2)^T</math></li> <li>4. <math>(1, 1, 1)^T</math></li> </ol>
2.	<p>Дана задача линейного программирования:</p> $x_1 + 3x_2 \rightarrow \max,$ $\begin{cases} 2x_1 + 4x_2 \geq 8, \\ 3x_1 + 7x_2 \leq 21, \\ x_1, x_2 \geq 0. \end{cases}$ <p>Какой из указанных планов является оптимальным?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>(0, 2)^T</math></li> <li>2. <math>(5, 0)^T</math></li> <li>3. <math>(0, 3)^T</math></li> <li>4. <math>(7, 0)^T</math></li> </ol>
3.	<p>Дана задача линейного программирования:</p> $z = 2x_1 + 4x_2 \rightarrow \max,$ $\begin{cases} x_1 - 2x_2 \leq 3, \\ 2x_1 + 3x_2 \leq 2, \\ 4x_1 - x_2 \geq 3, \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$ <p>Целевая функция двойственной задачи будет иметь вид:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>3y_1 + 2y_2 \rightarrow \max</math></li> <li>2. <math>3y_1 + 3y_2 \rightarrow \min</math></li> <li>3. <math>3y_1 + 2y_2 - 3y_3 \rightarrow \max</math></li> <li>4. <math>3y_1 + 2y_2 - 3y_3 \rightarrow \min</math></li> </ol>
4.	<p>При решении симплекс-методом задачи линейного программирования с системой ограничений</p> $\begin{cases} 2x_1 + 5x_2 + x_3 = 5 \\ 4x_1 - 3x_2 + x_4 = 8 \end{cases}$ <p>начальное допустимое базисное решение имеет вид:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>x_1 = 4, x_2 = 0, x_3 = 2, x_4 = 4</math></li> <li>2. <math>x_1 = 2,5, x_2 = 0, x_3 = 0, x_4 = 8</math></li> <li>3. <math>x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 10, x_4 = 6</math></li> <li>4. <math>x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 5, x_4 = 8</math></li> </ol>



№	Вопрос	Варианты ответа																																			
5.	<p>Транспортная задача</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="3">магазины</th> </tr> <tr> <th>склады</th> <th>b1=30</th> <th>b2=50</th> <th>b3=20</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a1 =30</td> <td>2</td> <td>7</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>a2=50+a</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>9</td> </tr> </tbody> </table> <p>будет за- крытой, если <math>a = \dots</math></p>		магазины			склады	b1=30	b2=50	b3=20	a1 =30	2	7	4	a2=50+a	3	1	9	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>a = 20</math></li> <li><math>a = 50</math></li> <li><math>a = 40</math></li> <li><math>a = 10</math></li> </ol>																			
	магазины																																				
склады	b1=30	b2=50	b3=20																																		
a1 =30	2	7	4																																		
a2=50+a	3	1	9																																		
6.	<p>План перевозок (жирным шрифтом в нижнем левом углу ) транспортной задачи</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="3">магазины</th> </tr> <tr> <th>склады</th> <th>b1=35</th> <th>b2=55</th> <th>b3=25</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a1 =45</td> <td>2</td> <td>7</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td></td> <td><b>20+a</b></td> <td></td> <td><b>25</b></td> </tr> <tr> <td>a2=70</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td></td> <td><b>15</b></td> <td><b>55</b></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>будет до- пустимым при <math>a = \dots</math></p>		магазины			склады	b1=35	b2=55	b3=25	a1 =45	2	7	4		<b>20+a</b>		<b>25</b>	a2=70	3	1	9		<b>15</b>	<b>55</b>		<ol style="list-style-type: none"> <li><math>a=5</math></li> <li><math>a=20</math></li> <li><math>a=30</math></li> <li><math>a=0</math></li> </ol>											
	магазины																																				
склады	b1=35	b2=55	b3=25																																		
a1 =45	2	7	4																																		
	<b>20+a</b>		<b>25</b>																																		
a2=70	3	1	9																																		
	<b>15</b>	<b>55</b>																																			
7.	<p>Для плана перевозок</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="3">магазины</th> </tr> <tr> <th>склады</th> <th>b1=35</th> <th>b2=55</th> <th>b3=25</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a1 =45</td> <td>2</td> <td>7</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>20</td> <td></td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>a2=70</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td></td> <td>15</td> <td>55</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>u2=1 v2</p> <p>вычислить потенциал <math>V_2</math>, если потенциал <math>u_2= 1</math>.</p>		магазины			склады	b1=35	b2=55	b3=25	a1 =45	2	7	4		20		25	a2=70	3	1	9		15	55		<ol style="list-style-type: none"> <li>7</li> <li>0</li> <li>5</li> <li>1</li> </ol>											
	магазины																																				
склады	b1=35	b2=55	b3=25																																		
a1 =45	2	7	4																																		
	20		25																																		
a2=70	3	1	9																																		
	15	55																																			
8.	<p>Какая перевозка на следующем шаге станет базисной?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="3">магазины</th> <th>U</th> </tr> <tr> <th>склады</th> <th>b1=20</th> <th>b2=50</th> <th>b3=30</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a1=55</td> <td>9</td> <td>8</td> <td>4</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>20</td> <td>35</td> <td>-5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>a2=45</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>-2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>-1</td> <td>15</td> <td>30</td> <td></td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>9</td> <td>8</td> <td>9</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		магазины			U	склады	b1=20	b2=50	b3=30		a1=55	9	8	4	0		20	35	-5		a2=45	6	6	7	-2		-1	15	30		V	9	8	9		<ol style="list-style-type: none"> <li>из 2 в 3</li> <li>из 1 в 3</li> <li>из 2 в 1</li> <li>из 1 в 2</li> </ol>
	магазины			U																																	
склады	b1=20	b2=50	b3=30																																		
a1=55	9	8	4	0																																	
	20	35	-5																																		
a2=45	6	6	7	-2																																	
	-1	15	30																																		
V	9	8	9																																		

№	Вопрос	Варианты ответа																																																		
9.	<p>На какую величину уменьшится стоимость перевозок при увеличении перевозки из 1 в 3 на 1?</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">склады</th> <th colspan="6">магазины</th> <th rowspan="2">U</th> </tr> <tr> <th colspan="2">b1=20</th> <th colspan="2">b2=50</th> <th colspan="2">b3=30</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">a1=55</td> <td></td> <td>9</td> <td></td> <td>8</td> <td></td> <td>4</td> <td rowspan="2">0</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td></td> <td>35</td> <td></td> <td>+</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">a2=45</td> <td></td> <td>6</td> <td></td> <td>6</td> <td></td> <td>7</td> <td rowspan="2">-2</td> </tr> <tr> <td>-1</td> <td></td> <td>15</td> <td></td> <td>30</td> <td></td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>9</td> <td>8</td> <td>9</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	склады	магазины						U	b1=20		b2=50		b3=30		a1=55		9		8		4	0	20		35		+		a2=45		6		6		7	-2	-1		15		30		V	9	8	9					<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 30</li> <li>2. 55</li> <li>3. 9</li> <li>4. 5</li> </ol>
склады	магазины						U																																													
	b1=20		b2=50		b3=30																																															
a1=55		9		8		4	0																																													
	20		35		+																																															
a2=45		6		6		7	-2																																													
	-1		15		30																																															
V	9	8	9																																																	
10.	<p>Приведена формальная постановка задачи ...</p> $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$ $\sum_{j=1}^n x_{1j} \leq 1;$ $\sum_{j=1}^n x_{ij} - \sum_{j=1}^n x_{ji} = 0, i = 2, \dots, n-1;$ $\sum_{j=1}^n x_{jn} \geq 1;$ $x_{ij} \geq 0.$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. транспортной задачи</li> <li>2. о максимальном потоке в сети</li> <li>3. о кратчайшем пути</li> <li>4. о потоке минимальной стоимости</li> </ol>																																																		
11.	<p>Для применения алгоритма Дейкстры требуется, чтобы веса дуг были ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. любые</li> <li>2. все неотрицательные</li> <li>3. не образовывали отрицательных циклов</li> <li>4. все целые</li> </ol>																																																		
12.	<p>Градиент функции  <math>f(x_1, x_2) = -x_1^2 - 4x_1 + 3x_2^2 + 2x_2 - 6</math>          равен ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. (-1, 3)</li> <li>2. (-2x<sub>1</sub>, 6x<sub>2</sub>)</li> <li>3. (-2x<sub>1</sub> - 4, 6x<sub>2</sub> + 2)</li> <li>4. (4x<sub>1</sub> - 3, 8x<sub>2</sub> + 1)</li> </ol>																																																		
13.	<p>Градиент функции  <math>f(x_1, x_2) = -x_1^2 - 4x_1 + 3x_2^2 + 2x_2 - 6</math>          в точке (1, -1) равен ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. (-6, -4)</li> <li>2. (0, 0)</li> <li>3. (-1, 3)</li> <li>4. (-4, 2)</li> </ol>																																																		
14.	<p>Матрица Гессе состоит из производных ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 3 порядка</li> <li>2. 4 порядка</li> <li>3. 1 порядка</li> <li>4. 2 порядка</li> </ol>																																																		

№	Вопрос	Варианты ответа
15.	Матрица Гессе $\begin{bmatrix} 10 & 1 \\ 1 & -2 \end{bmatrix}$ соответствует квадратичной функции ...	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>5x^2+xy - y^2</math></li> <li><math>2x^2+5xy+2y^2</math></li> <li><math>5x^2+2xy - y^2</math></li> <li><math>x^2+3xy+2y^2</math></li> </ol>
16.	Метод наискорейшего спуска находит минимум квадратичной функции $n$ аргументов за ....	<ol style="list-style-type: none"> <li>бесконечное количество шагов</li> <li>1 шаг</li> <li><math>n-1</math> шаг</li> <li><math>n</math> шагов</li> </ol>
17.	Для генерации равномерно распределенных чисел на отрезке $[2; 4]$ можно использовать формулу ...	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>=\text{СЛЧИС}()*4</math></li> <li><math>=\text{СЛЧИС}()*2+2</math></li> <li><math>=\text{НОРМРАСП}(4; 2; 1; 0)</math></li> <li><math>=\text{СЛЧИС}(2; 4)</math></li> </ol>
18.	Чему равна величина кратчайшего остова? 	<ol style="list-style-type: none"> <li>7</li> <li>9</li> <li>12</li> <li>14</li> </ol>
19.	Длина кратчайшего пути из S в T равна ... 	<ol style="list-style-type: none"> <li>9</li> <li>10</li> <li>11</li> <li>12</li> </ol>
20.	При минимизации одномерной функции метод золотого сечения позволяет за 1 вычисление функции уменьшить интервал неопределенности в ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>два раза</li> <li>0,618 раз</li> <li>4 раза</li> <li>три раза</li> </ol>

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

**6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)**  
Дифференцированный зачет не предусмотрен.

**6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)**

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская

<b>Оценка</b>			
<b>«2» (неудовлетворительно)</b>	<b>Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)</b>	<b>Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)</b>	<b>Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)</b>
	неточности в ответе на вопрос	ответе на вопрос.	существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

### 6.3.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

<b>Оценка</b>	<b>Описание</b>
<b>Зачтено</b>	Посещение более 50 % лекционных и практических занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
<b>Не зачтено</b>	Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

#### *Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:*

<b>Количество правильных ответов, %</b>	<b>Оценка</b>
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Пантина, И. В. Вычислительная математика [Электронный ресурс] : учебник / И. В. Пантина, А. В. Синчуков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: МФПУ Синергия, 2012. - 176 с.  
<http://bookread2.php?book=451160znanium.com/>
2. Численные методы. Практикум : учеб. пособие / А.В. Пантелеев, И.А. Кудрявцева. — М.: ИНФРА-М, 2017. - 512 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=652316>
3. Численные методы в математическом моделировании: Уч. пос./ Н.П. Савенкова и др. - 2 изд., исп. и доп. - М.: АРГАМАК-МЕДИА: ИНФРА-М, 2014. - 176 с.  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=455188>

4. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: Учебное пособие/И.В.Орлова, В.А.Половников. -3-е изд., перераб. И доп. –М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2011. -389 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=324780>

5. Экономико-математические методы и модели: Учебник для бакалавров / Новиков А.И. - М.: Дашков и К, 2017. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=937492>

### **7.1.2. Дополнительная литература**

1. Колдаев В.Д. Численные методы и программирование : учеб. пособие / В.Д. Колдаев ; под ред. проф. Л.Г. Гагариной. — М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2017. - 336 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=672965>

2. Зализняк, В. Е. Теория и практика по вычислительной математике [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Е. Зализняк, Г. И. Щепановская. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. - 174 с.

<http://znanium.com/bookread2.php?book=441232>

3. Экономико-математические методы в примерах и задачах: Учеб. пос. / А.Н.Гармаш, И.В.Орлова, Н.В.Концевая и др.; Под ред. А.Н.Гармаша - М.: Вуз. уч.: НИЦ ИНФРА-М, 2014 - 416с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=416547>

### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

1. Сибирев В.Н. Методические указания к самостоятельной работе для студентов специальности 27.03.03: <http://ior.spmi.ru>

## **7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/)

3. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК": <http://www.geoinform.ru/>

4. Информационно-аналитический центр «Минерал»: <http://www.mineral.ru/>

5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

6. Научная электронная библиотека «Scopus»: <https://www.scopus.com>

7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

9. Портал «Гуманитарное образование» <http://www.humanities.edu.ru/>

10. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>

11. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>

12. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.

13. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»: <https://e.lanbook.com/books>

14. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>

15. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

16. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»: [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).

17. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»»: <http://rucont.ru/>

18. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Для проведения лабораторных занятий используются компьютерные классы, оборудованные техникой из расчета один компьютер на одного обучающегося, с обустроенным рабочим местом преподавателя. В учебном процессе используется комплект демонстрационных стендовых материалов по темам курса.

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

*{Специализированные помещения – учебные лаборатории, кабинеты, учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.}*

#### **8.1.1. Аудитории для проведения лекционных занятий**

*128 посадочных мест*

Оснащенность: Мультимедийная установка с акустической системой – 1 шт. (в т.ч. мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., монитор – 1 шт., компьютер – 1 шт.), возможность доступа к сети «Интернет», стул для студентов – 128 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол – 65 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска настенная магнитно-маркерная – 2 шт., плакат в рамке настенный – 9 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание до 2020 года)), Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009 (обслуживание до 2020 года)).

Антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17), 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

*64 посадочных места*

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук - 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 64 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол - 33 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска белая настенная магнитно-маркерная – 1 шт., плакат в рамке настенный – 4 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional (ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники» (обслуживание до 2020 года)), Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2020 года)), CorelDRAW Graphics Suite X5 (Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» (обслуживание до 2020 года)), Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17), 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

*60 посадочных мест*

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук - 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 60 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол - 31 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска белая настенная магнитно-маркерная – 1 шт., доска под мел – 1 шт., плакат в рамке настенный – 3 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional (ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники» (обслуживание до 2020 года)), Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2020 года)), CorelDRAW Graphics Suite X5 (Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» (обслуживание до 2020 года)), Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17), 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

#### *56 посадочных мест*

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук – 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 56 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол – 29 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска настенная магнитно-маркерная – 1 шт., плакат в рамке настенный – 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional (ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники» (обслуживание до 2020 года)), Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2020 года)), CorelDRAW Graphics Suite X5 (Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» (обслуживание до 2020 года)), Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17), 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

#### *48 посадочных мест*

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук – 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 48 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол – 25 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска настенная магнитно-маркерная «Magnetoplan» – 1 шт., плакат в рамке настенный – 6 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional (ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники» (обслуживание до 2020 года)), Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2020 года)), CorelDRAW Graphics Suite X5 (Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» (обслуживание до 2020 года)), Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17), 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО),

Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

### **8.1.2. Аудитории для проведения практических занятий**

#### *16 посадочных мест*

Оснащенность: Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) - 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) - 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) - 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 - 17 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), плакат - 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание до 2020 года)), Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2020 года)); CorelDRAW Graphics Suite X5 (Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» (обслуживание до 2020 года)), Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17), 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО), Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы :**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы (Учебный центр №1): 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года), Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года)); Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 45207312 от 03.03.2009).

Антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17), 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы (Учебный центр №2): 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть Университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул –



18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года), Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года)); Microsoft Windows XP Professional (ГК № 797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования», Microsoft Open License 45369730 от 16.04.2009); Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 45207312 от 03.03.2009).

Антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17), 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы (Инженерный корпус): 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) - 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) - 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) - 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 - 17 шт., плакат - 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года)); Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2020 года)); CorelDRAW Graphics Suite X5 (Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» (обслуживание до 2020 года)), Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17), 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО), Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

### **6.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

#### **1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: персональный компьютер - 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор - 4 шт., сетевой накопитель - 1 шт., источник бесперебойного питания - 2 шт., телевизор плазменный Panasonic - 1 шт., точка Wi-Fi - 1 шт., паяльная станция - 2 шт., дрель - 5 шт., перфоратор - 3 шт., набор инструмента - 4 шт., тестер компьютерной сети - 3 шт., баллон со сжатым газом - 1 шт., паста теплопроводная - 1 шт., пылесос - 1 шт., радиостанция - 2 шт., стол - 4 шт., тумба на колесиках - 1 шт., подставка на колесиках - 1 шт., шкаф - 5 шт., кресло - 2 шт., лестница Alve - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2010 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО),

GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол - 5 шт., стул - 2 шт., кресло - 2 шт., шкаф - 2 шт., персональный компьютер - 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор - 2 шт., МФУ - 1 шт., тестер компьютерной сети - 1 шт., баллон со сжатым газом - 1 шт., шуруповерт - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол - 2 шт., стул - 4 шт., кресло - 1 шт., шкаф - 2 шт., персональный компьютер - 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 - 1 шт., колонки Logitech - 1 шт., тестер компьютерной сети - 1 шт., дрель - 1 шт., телефон - 1 шт., набор ручных инструментов - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

#### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. Microsoft Windows 7 Professional.
2. Microsoft Windows 8 Professional.
3. Microsoft Office 2007 Professional Plus.