

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 Е.Б. Мазаков**

---

**Проректор по образовательной**

**деятельности**

**доцент Д.Г. Петраков**

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ**

<b>Уровень высшего образования</b>	Магистратура
<b>Направление подготовки:</b>	09.04.01 Информатика и вычислительная техника
<b>Направленность (профиль):</b>	Информационное и программное обеспечение автоматизированных систем
<b>Квалификация выпускника:</b>	магистр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	д-р техн. наук Иванова И. В.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Методы оптимизации» составлена:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», утвержденного приказом Минобрнауки России № 918 от 19 сентября 2017 г.;
- на основании учебного плана по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», направленность (профиль) «Информационное и программное обеспечение автоматизированных систем».

Составитель

д-р техн. наук, проф. И.В.Иванова

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры информационных систем и вычислительной техники от 01 февраля 2022 г., протокол № 6.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

канд.техн.наук, доц.

Е.Б. Мазаков

**Рабочая программа согласована:**

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса

\_\_\_\_\_

к.т.н.

Иванова П.В.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина “Методы оптимизации” предназначена для магистрантов, специализирующихся в области применения информатики и вычислительной техники для информационного и программного обеспечения автоматизированных систем.

**Цель дисциплины** – усвоение базовой совокупности знаний о методах и средствах оптимизации в различных областях проектирования и эксплуатации автоматизированных систем.

**Основными задачами дисциплины являются** получение студентами общих представлений о методах оптимизации и средствах оптимального управления сложными системами.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Методы оптимизации» относится к дисциплинам обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» направленность (профиль) «Информационное и программное обеспечение автоматизированных систем» и изучается во втором семестре.

Для изучения дисциплины «Методы оптимизации» необходимы знания, умения и компетенции, полученные обучающимися при изучении дисциплин учебного плана бакалавриата соответствующего направления, а также при изучении дисциплин «Современные проблемы информатики и вычислительной техники», «Математические модели и методы автоматизированных систем», «Интеллектуальные системы», «Технологии обработки информации» часть которых предшествует изучению данной дисциплины, а некоторые – изучаются параллельно.

Знания, умения и компетенции, освоенные при изучении данной дисциплины, используются при изучении дисциплин «Технологии разработки программного обеспечения», «Распределенные базы данных», в процессе выполнения научно-исследовательской работы, в ходе практик, предусмотренных учебным планом ОПОП ВО по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» направленность (профиль) «Информационное и программное обеспечение автоматизированных систем», а также при написании магистерской диссертации.

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

Процесс изучения дисциплины “Методы оптимизации” направлен на формирование следующих компетенций и получение основных результатов обучения:

Формируемые компетенции по ФГОС		Основные показатели освоения дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнако-	ОПК-1	ОПК-1.1. Знать: математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности.
		ОПК-1.2. Уметь: решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естест-

Формируемые компетенции по ФГОС		Основные показатели освоения дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
мой среде и в междисциплинарном контексте.		веннонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний
		ОПК-1.3. Владеть: навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.
Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач.	ОПК-2.	ОПК-2.1. Знать: современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач.
		ОПК-2.2. Уметь: обосновывать выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, разрабатывать оригинальные программные средства для решения профессиональных задач.
		ОПК-2.3. Владеть: навыками разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач.
Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.	ОПК-3.	ОПК-3.1. Знать: принципы, методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации
		ОПК-3.2. уметь: анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров.
		ОПК-3.3. Владеть: навыками подготовки научных докладов, публикаций и аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.
Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований.	ОПК-4	ОПК-4.1. Знать: новые научные принципы и методы исследований.
		ОПК-4.2. Умеет: применять на практике новые научные принципы и методы исследований.
		ОПК-4.3. Владеть: навыками применения новых научных принципов и методов исследования для решения профессиональных задач.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины “Методы оптимизации” составляет **3** зачетные единицы или **108** часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		2
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
Лекции	17	17
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	–	–
<b>Самостоятельная работа (СРС), в том числе</b>	<b>22</b>	<b>22</b>
Выполнение домашних заданий	12	12
Подготовка к практическим занятиям	24	24
Составление отчетов по лабораторным работам	–	–
Работа с литературой	20	20
<b>Вид промежуточной аттестации – экзамен (Э)</b>	<b>36</b>	<b>36(Э)</b>
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>ак. час</b>	<b>108</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>3</b>

### 4.2. Содержание дисциплины

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

#### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				Всего ак. часов
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента	
1	Раздел 1. Введение в методы оптимизации. Одномерная оптимизация	2	4	–	2	8
2	Раздел 2. Безусловный и условный экстремум	4	5	–	5	22

	скалярной функции векторного аргумента					
3	Раздел 3. Численные методы оптимизации	4	7	–	4	23
4	Раздел 4. Задача линейного программирования (ЛП)	3	6	–	4	21
5	Раздел 5. Оптимизация на графах	3	8	–	4	23
6	Раздел 6. Программные среды для решения задач оптимизации	1	4	–	3	11
	<b>Итого:</b>	<b>17</b>	<b>34</b>		<b>22</b>	<b>108</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Разделы	Содержание лекционного занятия	Трудоемкость в акад. часах
1	Раздел 1.	Предмет и содержание дисциплины, связь с другими дисциплинами. Определения локальных и глобальных экстремумов скалярной функции скалярного аргумента, соответствующие необходимые и достаточные условия. Численные методы одномерной оптимизации (методы половинного деления, золотого сечения и Ньютона). Выпуклые функции и их свойства.	2
2	Раздел 2.	Основные обозначения и определения векторной оптимизации. Градиент и гессиан скалярной функции векторного аргумента. Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума. Критерий собственных чисел для определения типа экстремальной точки. Критерий Сильвестра для определения типа экстремальной точки. Выпуклые функции и их свойства. Исследование квадратичной функции на экстремум. Различные типы ограничений на переменные и их сведение к ограничениям-равенствам. Метод множителей Лагранжа для учета ограничений-равенств на переменные в задаче поиска экстремума скалярной функции векторного аргумента. Исследование типа условного экстремума. Частный случай квадратичной функции с линейными ограничениями-равенствами на переменные. Теорема Куна-Таккера.	4
3	Раздел 3.	Итерационные методы поиска экстремумов скалярной функции векторного аргумента – методы нулевого, первого и второго порядков: метод покоординатного спуска, градиентные методы, метод Ньютона. Скорость сходимости численных методов.	4

№ п/п	Разделы	Содержание лекционного занятия	Трудоемкость в акад. часах
4	Раздел 4.	Постановка задачи ЛП, примеры. Однородная и каноническая формы задачи ЛП. Симплекс и его свойства, разрешимость задачи ЛП. Приемы перевода задачи ЛП из одной формы в другую. Графический метод решения задачи ЛП. Двойственная постановка задачи ЛП и ее смысл. Симплекс-метод решения задачи ЛП. Устойчивость решения задачи ЛП.	3
5	Раздел 5.	Основные определения теории графов. Транспортная задача и метод потенциалов для ее решения. Задача оптимального возврата кредита, задача оптимального размещения заказа и венгерский метод ее решения. Алгоритм Дейкстры для построения дерева траекторий минимального веса на взвешенном графе, метод ближайшего соседа для построения минимального остовного дерева взвешенного графа. Приложение к задачам оптимизации топологии локальных вычислительных сетей.	3
6	Раздел 6.	Реализация численных методов оптимизации в среде Matlab. Решение задач оптимизации в Excel.	1
		ИТОГО:	17

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практической работы	Трудоемкость (час.)
1.	1	Аналитические методы решения задач одномерной оптимизации. Знакомство со средой Matlab. Реализация численных методов одномерной оптимизации в Matlab (методы половинного деления и золотого сечения). и Excel (надстройка «Поиск решений»).	4
2.	2	Аналитические методы решения задач безусловной и условной векторной оптимизации. Применение метода множителей Лагранжа и вывод условий Куна-Таккера	5
3.	3	Аналитическое исследование численных методов оптимизации. Исследование скорости сходимости различных методов векторной оптимизации в среде Matlab. Решение задач оптимизации в среде Excel при помощи надстройки «Поиск решений».	7
4.	4	Графический метод решения задач ЛП. Исследование устойчивости решения по отношению к вариациям ценового вектора и вектора запасов. Численное решение задач ЛП в среде Matlab и Excel.	6
5.	5	Решение задачи поиска медианы взвешенного неориентированного графа методом Дейкстры. Работа с АОС «Алгоритм Дейкстры» и «Максимальный поток»	8
6.	6	Сравнение эффективности численного решения задач оптимизации в средах Matlab и Excel.	4
<b>Итого</b>			<b>34</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

Учебным планом лабораторных работ не предусмотрено

#### 4.2.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ):

Курсовой проект (работа) не предусмотрен учебным планом.

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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 дифф. зачета) 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 текущего контроля успеваемости

##### 6.1.1. Тематика для самостоятельной подготовки

Раздел 1. Введение в методы оптимизации. Одномерная оптимизация.

1. Варьируемые переменные и целевая функция.
2. Достаточные условия локального экстремума одномерной функции.
3. Докажите неравенство Йенсена для одномерной выпуклой функции.
4. Неравенство Йенсена и непрерывность функции.
5. Теорема о существовании глобального минимума функции.

Раздел 2. Безусловный и условный экстремум скалярной функции векторного аргумента.

1. Как связан критерий Сильвестра с проблемой собственных чисел симметричной матрицы.
2. Дать классификацию стационарных точек скалярной функции двух переменных.
3. Дать геометрическую интерпретацию задачи условной оптимизации с ограничениями-равенствами.
4. Дать геометрическую интерпретацию задачи условной оптимизации с ограничениями-неравенствами.
5. Неравенство Йенсена для скалярной функции векторного аргумента.



### Раздел 3. Численные методы оптимизации.

1. Дать геометрическую интерпретацию метода покоординатной минимизации функции двух переменных.
2. Дать геометрическую интерпретацию метода наискорейшего градиентного спуска для функции двух переменных.
3. Дать геометрическую интерпретацию заикливания метода покоординатной минимизации негладкой функции двух переменных.
4. Показать связь плохой обусловленности гессиана гладкой функции с её овражностью.
5. Дать геометрическую интерпретацию плохой сходимости градиентного метода для овражной функции двух переменных.

### Раздел 4. Задача линейного программирования (ЛП).

1. Дать классификацию решений задачи ЛП.
2. Что такое устойчивость решения задачи ЛП?
3. Дать геометрическую интерпретацию потери устойчивости решения задачи ЛП по отношению к вариации ценового вектора.
3. Дать геометрическую интерпретацию потери устойчивости решения задачи ЛП по отношению к вариации вектора запасов.
4. Сформулировать задачу целочисленной линейной оптимизации.
5. Сформулировать задачу булевой оптимизации.

### Раздел 5. Оптимизация на графах.

1. Дать полную характеристику заданного графа.
2. Как изменяются временные и постоянные метки в алгоритме Дейкстры?
3. Описать основные шаги алгоритма Форда-Фолкерсона для решения задачи о максимальном потоке.
4. Что такое комбинаторная оптимизация? Привести пример.
5. Поставить и решить задачу о нахождении минимального остовного дерева.

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

### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий для подготовки к дифф. зачету**

1. Теорема существования глобального минимума одномерной функции.
2. Необходимые и достаточные условия локального экстремума одномерной функции.
3. Выпуклые одномерные функции и их свойства.
4. Теорема существования глобального минимума скалярной функции векторного аргумента.
5. Необходимые и достаточные условия локального экстремума скалярной функции векторного аргумента.
6. Критерий Сильвестра знакоопределённости симметричной матрицы и его связь с проблемой собственных чисел.
7. Метод множителей Лагранжа в задаче условной векторной оптимизации с ограничениями-равенствами.
8. Метод выравнивающих переменных и множителей Лагранжа в задаче условной векторной оптимизации с ограничениями-неравенствами.
9. Метод покоординатной минимизации скалярной функции векторного аргумента.
10. Градиентные методы минимизации скалярной функции векторного аргумента.
11. Метод Ньютона и квазиньютоновские методы поиска стационарных точек скалярной функции векторного аргумента.
12. Постановка задачи ЛП и графический метод её решения. Основные свойства задачи ЛП
13. Постановка транспортной задачи и метод потенциалов её решения.
14. Задача размещения и венгерский метод её решения.
15. Задача оптимального возврата кредита.
16. Алгоритм Дейкстры.
17. Алгоритм Краскала.

18. Алгоритм Форда-Фолкерсона.
19. Основные программные средства оптимизации в среде Matlab.
20. Основные средства оптимизации в среде Excel.

## 6.2.2 Примерные тестовые задания к дифференциальному зачету

### Вариант 1

№ п.п.	Вопросы	Варианты ответов
1	Оптимизационную задачу относят к линейному программированию, если ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. целевая функция вогнута, а функции ограничений образуют выпуклое множество;</li> <li>2. целевая функция линейна, а функции ограничений образуют выпуклое множество;</li> <li>3. целевая функция вогнута, а функции ограничений линейны;</li> <li>4. целевая функция и функции ограничений линейны.</li> </ol>
2	Минимальным остовным деревом связного неориентированного взвешенного графа называется ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. дерево траекторий минимального веса;</li> <li>2. полный связный подграф минимального веса;</li> <li>3. гауссов цикл минимального веса;</li> <li>4. полный ациклический подграф минимального веса.</li> </ol>
3	Ациклический подграф связного графа – это ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. произвольный полный подграф;</li> <li>2. произвольный связный подграф без циклов;</li> <li>3. произвольный подграф без циклов;</li> <li>4. полный древовидный подграф.</li> </ol>
4	Медиана взвешенного графа – это ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. вершина, имеющая максимальную связность;</li> <li>2. вершина, минимально удаленная от всех остальных вершин в совокупности;</li> <li>3. вершина, максимально удаленная от всех остальных вершин в совокупности;</li> <li>4. вершина, имеющая минимальную связность.</li> </ol>
5	Для нахождения медианы взвешенного графа используется ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. алгоритм Краскала;</li> <li>2. алгоритм Дейкстры;</li> <li>3. метод потенциалов;</li> <li>4. метод ближайшего соседа.</li> </ol>
6	Функция $f = \frac{1}{2}(x_1^2 - 4x_1x_2 + 4x_2^2) - x_1 - x_2 + 1$ имеет ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. единственный максимум;</li> <li>2. единственную седловую точку;</li> <li>3. единственный минимум;</li> <li>4. бесконечное число минимумов;</li> </ol>
7	Функция $f = \frac{1}{2}(x_1^2 - 4x_1x_2 + 3x_2^2) - x_1 - x_2 + 1$ имеет ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. единственный максимум;</li> <li>2. единственный минимум;</li> <li>3. единственную седловую точку;</li> <li>4. бесконечное число минимумов.</li> </ol>
8	Функция $f = \frac{1}{2}(x_1^2 - 4x_1x_2 + 5x_2^2) - x_1 - x_2 + 1$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. единственный минимум;</li> <li>2. единственный максимум;</li> <li>3. единственную седловую точку;</li> <li>4. бесконечное число минимумов.</li> </ol>

№ п.п.	Вопросы	Варианты ответов
	имеет ...	
9	Функция $f = \frac{1}{2}(-x_1^2 - 4x_1x_2 - 4x_2^2) + x_1 + x_2 + 1$ имеет ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. единственный максимум;</li> <li>2. единственную седловую точку;</li> <li>3. единственный минимум;</li> <li>4. бесконечное число максимумов.</li> </ol>
10	Целевая функция – это ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. любая функция, у которой есть экстремумы;</li> <li>2. функция, экстремумы которой необходимо найти;</li> <li>3. любая функция, у которой нет экстремумов;</li> <li>4. любая функция, у которой есть минимумы.</li> </ol>
11	Выберете правильную фразу	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оптимальный по заданному критерию;</li> <li>2. Наиболее оптимальный по заданному критерию;</li> <li>3. Самый оптимальный по заданному критерию;</li> <li>4. Самый оптимальный.</li> </ol>
12	Методы чисел Фибоначчи и Золотого сечения являются ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. методами отыскания экстремумов многоэкстремальных функций;</li> <li>2. методами отыскания только максимумов многоэкстремальных функций;</li> <li>3. методами отыскания только минимумов унимодальных функций;</li> <li>4. методами отыскания экстремумов унимодальных функций.</li> </ol>
13	Оптимизация системы состоит ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. в поиске такой системы, в которой максимум параметров управления;</li> <li>2. в поиске такого набора параметров управления, при котором целевая функция самая оптимальная;</li> <li>3. в поиске минимального набора параметров управления, при которых целевая функция достигает экстремума;</li> <li>4. в поиске такого набора параметров управления, при котором целевая функция достигает экстремума.</li> </ol>
14	Выберите функцию Лагранжа для этой задачи $M(x) = \sum_{j=1}^n v_j (1 - e^{-\alpha_j x_j}) \Rightarrow \max_{\{x_j\}}$ $\sum_{j=1}^n x_j = N$ $x_j \geq 0 \quad j = \overline{1, n}$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 <math display="block">\Phi(x, \psi) = \sum_{j=1}^n x_j - N + \psi M(x)</math> ;</li> <li>2 <math display="block">\Phi(x, \psi) = M(x) + \psi \left( \sum_{j=1}^n x_j - N \right)</math> ;</li> <li>3 <math display="block">\Phi(x, \psi) = M(x) + \psi \sum_{j=1}^n x_j</math> ;</li> <li>4 <math display="block">\Phi(x, \psi) = M(x) + \psi N</math> .</li> </ol>

№ п.п.	Вопросы	Варианты ответов
15	<p>Выберете функцию Лагранжа для этой задачи</p> $f(x) = \frac{1}{2}ax_1^2 + \frac{1}{2}bx_2^2 \Rightarrow \text{extr} (a>0, b>0),$ $\varphi(x) = x_1^3 + x_2^3 - 1 = 0$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\Phi(x, \psi) = \frac{1}{2}ax_1^2 + \frac{1}{2}bx_2^2 + \psi(x_1^3 + x_2^3 - 1);</math></li> <li>2. <math>\Phi(x, \psi) = x_1^3 + x_2^3 - 1 + \psi(\frac{1}{2}ax_1^2 + \frac{1}{2}bx_2^2);</math></li> <li>3. <math>\Phi(x, \psi) = x_1^3 + \frac{1}{2}bx_2^2 + \psi(\frac{1}{2}ax_1^2 + x_2^3 - 1);</math></li> <li>4. <math>\Phi(x, \psi) = \frac{1}{2}ax_1^2 + x_2^3 + \psi(x_1^3 + \frac{1}{2}bx_2^2 - 1).</math></li> </ol>
16	<p>Оптимизационную задачу относят к выпуклому программированию, если ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. целевая функция выпуклая и функции ограничений образуют выпуклое множество;</li> <li>2. целевая функция и функции ограничений линейны;</li> <li>3. целевая функция линейна, а функции ограничений образуют выпуклое множество;</li> <li>4. целевая функция вогнута, а функции ограничений линейны.</li> </ol>
17	<p>Необходимым условием локального экстремума скалярной функции одного переменного является ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. условие непрерывности;</li> <li>2. условие гладкости и равенства нулю второй производной;</li> <li>3. условие непрерывности и постоянства знака первой производной;</li> <li>4. условие гладкости и равенство нулю первой производной.</li> </ol>
18	<p>В точке, подозрительной на экстремум, первая производная скалярной функции одного переменного ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. меняет знак;</li> <li>2. равна нулю;</li> <li>3. является непрерывной;</li> <li>4. достигает минимального значения.</li> </ol>
19	<p>Градиентом скалярной функции нескольких переменных называется ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. вектор, касательный к линии уровня;</li> <li>2. вектор, составленный из частных производных функции по всем переменным;</li> <li>3. её среднее значение;</li> <li>4. её наименьшее значение.</li> </ol>
20	<p>Градиент скалярной функции нескольких переменных - это ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. вектор приращений;</li> <li>2. вектор в пространстве переменных, ортогональный линии уровня функции, и направленный в сторону её убывания;</li> <li>3. вектор в пространстве переменных, ортогональный линии уровня функции, и направленный в сторону её возрастания;</li> <li>4. вектор в пространстве переменных, касательный к линии уровня функции.</li> </ol>

## Вариант 2

№ п.п.	Вопросы	Варианты ответов
1	Целевая функция – это ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>любая функция, у которой есть экстремумы;</li> <li>любая функция, у которой нет экстремумов;</li> <li>любая функция, у которой есть минимумы;</li> <li>функция, экстремумы которой необходимо найти.</li> </ol>
2	Оптимизация системы состоит ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>в поиске такой системы, в которой максимум параметров управления;</li> <li>в поиске такого набора параметров управления, при котором целевая функция достигает экстремума;</li> <li>в поиске такого набора параметров управления, при котором целевая функция наиболее оптимальна;</li> <li>в поиске такого набора параметров управления, при котором целевая функция самая оптимальная.</li> </ol>
3	Выберете правильную фразу	<ol style="list-style-type: none"> <li>Наиболее оптимальный по заданному критерию;</li> <li>Самый оптимальный по заданному критерию;</li> <li>Наиболее оптимальный;</li> <li>Оптимальный по заданному критерию.</li> </ol>
4	Методы чисел Фибоначчи и Золотого сечения являются ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>методами отыскания экстремумов многоэкстремальных функций;</li> <li>методами отыскания только минимумов многоэкстремальных функций;</li> <li>методами отыскания экстремумов унимодальных функций;</li> <li>методами отыскания только максимумов многоэкстремальных функций.</li> </ol>
5	<p>Выберете функцию Лагранжа для этой задачи</p> $f(x) = \frac{1}{2}ax_1^2 + \frac{1}{2}bx_2^2 \Rightarrow \text{extr} (a>0, b>0)$ $\varphi(x) = x_1^3 + x_2^3 - 1 = 0$	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>\Phi(x, \psi) = \frac{1}{2}ax_1^2 + \frac{1}{2}bx_2^2 + \psi(x_1^3 + x_2^3 - 1)</math>;</li> <li><math>\Phi(x, \psi) = x_1^3 + x_2^3 - 1 + \psi(\frac{1}{2}ax_1^2 + \frac{1}{2}bx_2^2)</math>;</li> <li><math>\Phi(x, \psi) = x_1^3 + \frac{1}{2}bx_2^2 + \psi(\frac{1}{2}ax_1^2 + x_2^3 - 1)</math>;</li> <li><math>\Phi(x, \psi) = \frac{1}{2}ax_1^2 + x_2^3 + \psi(x_1^3 + \frac{1}{2}bx_2^2 - 1)</math>.</li> </ol>
6	<p>Выберете функцию Лагранжа для этой задачи</p> $M(x) = \sum_{j=1}^n v_j (1 - e^{-\alpha_j x_j}) \Rightarrow \max_{x_j}$ $\sum_{j=1}^n x_j = N$ $x_j \geq 0 \quad j = \overline{1, n}$	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>\Phi(x, \psi) = \sum_{j=1}^n x_j - N + \psi M(x)</math>;</li> <li><math>\Phi(x, \psi) = M(x) + \psi (\sum_{j=1}^n x_j - N)</math>;</li> <li><math>\Phi(x, \psi) = M(x) + \psi \sum_{j=1}^n x_j</math>;</li> </ol>

№ п.п.	Вопросы	Варианты ответов
		4. $\Phi(x, \psi) = M(x) + \psi N$ .
7	Оптимизационную задачу относят к линейному программированию, если ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. целевая функция и функции ограничений линейны;</li> <li>2. целевая функция вогнута, а функции ограничений образуют выпуклое множество;</li> <li>3. целевая функция линейна, а функции ограничений образуют выпуклое множество;</li> <li>4. целевая функция вогнута, а функции ограничений линейны.</li> </ol>
8	Оптимизационную задачу относят к выпуклому программированию, если ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. целевая функция и функции ограничений линейны;</li> <li>2. целевая функция линейна, а функции ограничений образуют выпуклое множество;</li> <li>3. целевая функция вогнута, а функции ограничений линейны;</li> <li>4. целевая функция выпуклая, а функции ограничений образуют выпуклое множество.</li> </ol>
9	Необходимым условием локального экстремума скалярной функции одного переменного является ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. условие непрерывности;</li> <li>2. условие гладкости;</li> <li>3. условие гладкости и равенства нулю второй производной;</li> <li>4. условие гладкости и равенство нулю первой производной.</li> </ol>
10	В точке, подозрительной на экстремум, первая производная скалярной функции одного переменного ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. меняет знак;</li> <li>2. является непрерывной;</li> <li>3. равна нулю;</li> <li>4. достигает минимального значения.</li> </ol>
11	Градиентом скалярной функции нескольких переменных называется ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. её наибольшее значение;</li> <li>2. вектор, составленный из частных производных функции по всем переменным;</li> <li>3. её среднее значение;</li> <li>4. её наименьшее значение.</li> </ol>
12	В точке, подозрительной на экстремум, градиент скалярной функции ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. меняет направление;</li> <li>2. является непрерывным;</li> <li>3. равен нулевому вектору;</li> <li>4. имеет минимальный модуль.</li> </ol>
13	Градиент скалярной функции нескольких переменных - это ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. вектор приращений;</li> <li>2. вектор в пространстве переменных, касательный к линии уровня функции;</li> <li>3. вектор в пространстве переменных, имеющий минимальную длину;</li> <li>4. вектор в пространстве переменных, ортогональ-</li> </ol>

№ п.п.	Вопросы	Варианты ответов
		ный линии уровня функции, и направленный в сторону её возрастания.
14	Точка, подозрительная на экстремум скалярной функции векторного аргумента, является ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. решением системы конечных уравнений, являющейся необходимым условием;</li> <li>2. решением системы интегральных уравнений;</li> <li>3. решением задачи Коши;</li> <li>4. решением матричного уравнения, являющегося необходимым условием.</li> </ol>
15	Достаточное условие экстремума гладкой скалярной функции одного переменного является ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. условие равенства нулю первой производной;</li> <li>2. условие перемены знака первой производной;</li> <li>3. условие монотонности;</li> <li>4. условие непрерывности первой производной.</li> </ol>
16	Достаточное условие минимума существенно гладкой скалярной функции одного переменного является ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. условие равенства нулю первой производной;</li> <li>2. условие перемены знака первой производной;</li> <li>3. условие непрерывности первой производной;</li> <li>4. условие равенства нулю первой производной и положительности второй производной.</li> </ol>
17	Достаточное условие экстремума существенно гладкой скалярной функции одного переменного является ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. условие равенства нулю первой производной;</li> <li>2. условие перемены знака первой производной;</li> <li>3. условие монотонности;</li> <li>4. условие непрерывности первой производной.</li> </ol>
18	Достаточное условие локального максимума существенно гладкой скалярной функции одного переменного является ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. условие равенства нулю первой производной;</li> <li>2. условие перемены знака первой производной;</li> <li>3. условие равенства нулю первой производной и отрицательности второй производной;</li> <li>4. условие монотонности.</li> </ol>
19	Гессиан скалярной функции векторного переменного – это ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. матрица вторых частных производных;</li> <li>2. вектор в пространстве переменных;</li> <li>3. вектор, ортогональный линии уровня функции;</li> <li>4. матрица конечных приращений градиента.</li> </ol>
20	Достаточным условием локального минимума существенно гладкой скалярной функции векторного аргумента является ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. равенство нулю всех её первых частных производных;</li> <li>2. равенство её градиента нулевому вектору;</li> <li>3. положительная определённость её гессиана;</li> <li>4. равенство её градиента нулевому вектору и положительная определённость её гессиана.</li> </ol>

### Вариант 3

№ п.п.	Вопросы	Варианты ответов
1	Минимальным остовным деревом связного неориентированного взвешенного графа называется ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. дерево траекторий минимального веса;</li> <li>2. полный ациклический подграф траекторий минимального веса;</li> <li>3. полный ациклический подграф минимального ве-</li> </ol>

№ п.п.	Вопросы	Варианты ответов
		са; 4. полный связный подграф минимального веса.
2	При помощи алгоритма Дейкстры на взвешенном графе ищется ...	1. минимальное остовное дерево; 2. максимальный поток; 3. полный ациклический подграф максимального веса; 4. дерево траекторий минимального веса.
3	В алгоритме Дейкстры временные метки ..., а постоянные метки ...	1. неубывают, возрастают; 2. неубывают, не возрастают; 3. не возрастают, неубывают; 4. возрастают, убывают.
4	Медиана взвешенного графа – это ...	1. вершина, имеющая максимальную связность; 2. вершина, минимально удаленная от всех остальных вершин в совокупности; 3. вершина, имеющая минимальную связность; 4. вершина, максимально удаленная от всех остальных вершин в совокупности.
5	Для нахождения медианы взвешенного графа используется ...	1. алгоритм Краскала; 2. алгоритм Дейкстры; 3. метод потенциалов; 4. метод ближайшего соседа.
6	При каком значении параметра $a$ матрица $\begin{pmatrix} 1 & -2 & 0 \\ -2 & 5 & 0 \\ 0 & 0 & a \end{pmatrix}$ является положительно определенной.	1. $a=-2$ ; 2. $a=-1$ ; 3. $a=0$ ; 4. $a=1$ .
7	При каком значении параметра $a$ матрица $\begin{pmatrix} 1 & -2 & 0 \\ -2 & 5 & 0 \\ 0 & 0 & a \end{pmatrix}$ является строго положительно определенной.	1. $a=-3$ ; 2. $a=-2$ ; 3. $a=-1$ ; 4. $a=1$ .
8	При каком значении параметра $a$ матрица $\begin{pmatrix} -1 & -2 & 0 \\ -2 & -5 & 0 \\ 0 & 0 & a \end{pmatrix}$ является отрицательно опреде-	1. $a=-1$ ; 2. $a=0$ ; 3. $a=1$ ; 4. $a=2$ .



№ п.п.	Вопросы	Варианты ответов
	ленной.	
9	<p>При каком значении параметра <math>a</math> матрица</p> $\begin{pmatrix} -1 & -2 & 0 \\ -2 & -5 & 0 \\ 0 & 0 & a \end{pmatrix}$ <p>является строго отрицательно определенной.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>a=-1</math>;</li> <li>2. <math>a=0</math>;</li> <li>3. <math>a=1</math>;</li> <li>4. <math>a=2</math>.</li> </ol>
10	<p>При каком значении параметра <math>a</math> матрица</p> $\begin{pmatrix} -1 & -2 & 0 \\ -2 & -5 & 0 \\ 0 & 0 & a \end{pmatrix}$ <p>является строго знако неопределенной.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>a=-3</math>;</li> <li>2. <math>a=-2</math>;</li> <li>3. <math>a=0</math>;</li> <li>4. <math>a=1</math>.</li> </ol>
11	<p>Заданная матрица</p> $\begin{pmatrix} 0 & -2 & 0 \\ -2 & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ <p>является ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. знако неопределенной;</li> <li>2. положительно определенной;</li> <li>3. отрицательно определенной;</li> <li>4. строго положительно определенной.</li> </ol>
12	Методы чисел Фибоначчи и Золотого сечения являются ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. методами отыскания экстремумов многоэкстремальных функций;</li> <li>2. методами отыскания только минимумов многоэкстремальных функций;</li> <li>3. методами отыскания только максимумов многоэкстремальных функций;</li> <li>4. методами отыскания экстремумов унимодальных функций.</li> </ol>
13	Выберете правильную фразу.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оптимальный по заданному критерию;</li> <li>2. Наиболее оптимальный по заданному критерию;</li> <li>3. Самый оптимальный по заданному критерию;</li> <li>4. Наиболее оптимальный</li> </ol>
14	Оптимизация системы состоит ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. в поиске такой системы, в которой максимум параметров управления;</li> <li>2. в поиске такого набора параметров управления, при котором целевая функция достигает экстремума;</li> <li>3. в поиске такого набора параметров управления, при котором целевая функция наиболее оптимальна;</li> <li>4. в поиске такого набора параметров управления, при котором целевая функция самая оптимальная.</li> </ol>

№ п.п.	Вопросы	Варианты ответов
15	Целевая функция – это ...	1. любая функция, у которой есть экстремумы; 2. функция, экстремумы которой необходимо найти; 3. любая функция, у которой нет экстремумов; 4. любая функция, у которой есть минимумы.
16	Оптимизационную задачу относят к выпуклому программированию, если ...	1. целевая функция и функции ограничений линейны; 2. целевая функция линейна, а функции ограничений образуют выпуклое множество; 3. целевая функция вогнута, а функции ограничений линейны; 4. целевая функция выпуклая и функции ограничений образуют выпуклое множество.
17	Оптимизационную задачу относят к линейному программированию, если ...	1. целевая функция вогнута, а функции ограничений образуют выпуклое множество; 2. целевая функция и функции ограничений линейны; 3. целевая функция линейна, а функции ограничений образуют выпуклое множество; 4. целевая функция вогнута, а функции ограничений линейны.
18	В точке, подозрительной на экстремум, первая производная скалярной функции одного переменного ...	1. меняет знак; 2. является непрерывной; 3. достигает минимального значения; 4. равна нулю.
19	Необходимым условием локального экстремума скалярной функции одного переменного является ...	1. условие непрерывности; 2. условие гладкости; 3. условие гладкости и равенство нулю первой производной; 4. условие гладкости и равенства нулю второй производной.
20	В точке, подозрительной на экстремум, градиент скалярной функции ...	1. меняет направление; 2. имеет минимальный модуль; 3. имеет максимальный модуль; 4. равен нулевому вектору.

### 6.2.3. Критерии оценок промежуточной аттестации

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий экзамена:

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных, практических и лабораторных занятий	Посещение не менее 60 % лекционных, практических и лабораторных занятий	Посещение не менее 70 % лекционных, практических и лабораторных занятий	Посещение не менее 85 % лекционных, практических и лабораторных занятий

<b>Оценка</b>			
<b>«2» (неудовлетворительно)</b>	<b>Пороговый уровень освоения</b>	<b>Углубленный уровень освоения</b>	<b>Продвинутый уровень освоения</b>
	<b>«3» (удовлетворительно)</b>	<b>«4» (хорошо)</b>	<b>«5» (отлично)</b>
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных 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

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

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

### **7.1 Основная литература**

Аттетков, А.В. Введение в методы оптимизации [Электронный ресурс] : учеб. пособие – Электрон. дан. – Москва : Финансы и статистика, 2011. – 272 с.  
<https://e.lanbook.com/book/53756>

Методы оптимизации: Учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. – М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. – 270 с.  
 : <http://znanium.com/bookread2.php?book=350985>

Пантелеев, А. В. Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие с мультимедиа сопровождением [Электронный ресурс] / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. – М.: Логос, 2011. – 424 с: <http://znanium.com/bookread2.php?book=469213>

### **7.2 Дополнительная литература**

Кочегурова, Е.А. Теория и методы оптимизации [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.А. Кочегурова. – Электрон. дан. – Томск: ТПУ, 2013. – 134 с.: <https://e.lanbook.com/reader/book/45142/#132>

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

1. Электронно-библиотечная система «Библиокомплектатор»:  
<http://www.bibliocomplectator.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система «БиблиоРоссика»: <http://www.bibliorossica.com/>.
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»:  
<http://biblioclub.ru/>.
4. Электронно-библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/>.
5. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
6. Электронная библиотека Горного университета: <http://irbis.spmi.ru/jirbis2/>.
7. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>.
8. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>.
9. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.

#### **7.4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента**

1. Колокольникова, А.И. Спецразделы информатики: введение в MatLab: учебное пособие / А.И. Колокольникова, А.Г. Киренберг. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2014. – 73 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275268>

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

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

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.

#### **8.1.1. 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, 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).

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, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, 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).

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.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, 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).

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, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, 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).

52 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 – 52 шт., кресло преподавателя –

1 шт., стол – 26 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, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, 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).

30 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 3 шт. Перекатная мультимедийная установка (ноутбук Acer Aspire7720 (Intel(R) Core (TM)2 Duo CPU T7700 2.40GHz 2 ГБ); мышь проводная Genius Laser; проектор DLP Texas Instruments VLT-XD600LP; стойка передвижная металлическая многоярусная).

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 RUS, Microsoft Office Std 2007 RUS, Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009, Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java 8 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-LiteCodecPack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

### **8.1.2. Аудитории для проведения лабораторных и 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, Microsoft Office 2007 Professional Plus; CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, 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), 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. Помещение для самостоятельной работы

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 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, 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).

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 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, Microsoft Windows XP 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. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 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 Office 2007 Professional Plus; CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, 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), 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).

### **8.3. 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., шурупверт - 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.