

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ВШТЭ

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.08**

(индекс дисциплины)

**Методы оптимизации**

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **16** Прикладной математики и информатики

Код

(Наименование кафедры)

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Прикладная математика и информатика

Уровень образования: бакалавриат

### План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	<b>108</b>		
	Аудиторные занятия	<b>42</b>		
	Лекции	28		
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	14		
	Самостоятельная работа	<b>30</b>		
	Промежуточная аттестация	<b>36</b>		
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	8		
	Курсовая работа	8		
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>3</b>		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная								<b>3</b>		
Очно-заочная										
Заочная										

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 010302 Прикладная математика и информатика

На основании учебных планов № б010302-3\_20

Кафедра-разработчик: Прикладной математики и информатики

Заведующий кафедрой: Яковлев В.П.

### **СОГЛАСОВАНИЕ:**

Выпускающая кафедра: Прикладной математики и информатики

Заведующий кафедрой: Яковлев В.П.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

# 1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая  Обязательная  Дополнительно является факультативом   
Вариативная  По выбору

## 1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции в области применения методов оптимизации в практической деятельности и в научных исследованиях.

## 1.3. Задачи дисциплины

- изучить теоретические основы современных концепций и моделей оптимизации и математического моделирования;
- научить применению алгоритмов численных методов и основных инструментальных средств в области методов оптимизации для решения актуальных инженерных и экономических задач.

## 1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ОПК-3	способностью к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств	2
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: базовые теоретические положения в области методов оптимизации. Уметь: использовать базовые теоретические положения дисциплины «Методы оптимизации» в профессиональной деятельности. Владеть: навыками выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний в области методов оптимизации.		
ПК-2	способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	2
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: математические модели методов оптимизации, используемые для решения прикладных задач. Уметь: применять и модифицировать математические модели методов оптимизации для решения прикладных задач. Владеть: навыками применения и модификации математических моделей методов оптимизации для решения прикладных задач.		

## 1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Метрология, стандартизация и сертификация (ОПК-3)
- Интегрированные системы проектирования и управления (ОПК-3)
- Визуальные среды программирования (ОПК-3)
- Методы оптимизации (ОПК-3)

- Компьютерное моделирование (ОПК-3)
- Информационно-поисковые системы (ОПК-3)
- Офисные технологии (ОПК-3)
- Операционные системы (ПК-2);
- Теория игр и исследование операций (ПК-2);
- Теория вероятностей и математическая статистика (ПК-2);
- Дискретная математика (ПК-2).

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Учебный модуль 1. Задачи комбинаторной оптимизации.</b>			
<b>Тема 1. Задачи о максимальном потоке, кратчайшем пути и коммивояжере.</b>	8		
Программирование сценария решения задач о максимальном потоке и коммивояжере. Динамическое программирование: задача о кратчайшем пути.			
<b>Тема 2. Управление запасами.</b>	7		
Детерминированные и вероятностные модели управления запасами.			
<b>Текущий контроль 1: Устный опрос № 1</b>	1		
<b>Учебный модуль 2. Математический анализ экстремумов функций</b>			
<b>Тема 3. Анализ экстремумов функций в задачах без ограничений и с ограничениями</b>	8		
Достаточные условия существования экстремума функции одной и нескольких независимых переменных. Матрица Гессе. Условия положительной определенности квадратной матрицы. Достаточные условия существования условного экстремума в задачах с ограничениями-равенствами. Функция Лагранжа. Квадратичные функции.			
<b>Тема 4. Простейшие численные алгоритмы нахождения экстремума при отсутствии ограничений.</b>	8		
Методы одномерного поиска: прямого перебора, дихотомии, золотого сечения. Преимущества и недостатки метода перебора. Алгоритм метода покоординатного спуска.			
<b>Тема 5. Другие численные алгоритмы нахождения экстремума при отсутствии ограничений.</b>	7		
Метод градиентного спуска, наискорейшего градиентного спуска, сопряженных градиентов. Сведение задачи нахождения экстремума к задаче решения системы алгебраических уравнений.			
<b>Текущий контроль 2: Устный опрос № 2</b>	1		
<b>Учебный модуль 3. Основы вариационного исчисления.</b>			
<b>Тема 6. Функционалы от одной функции одной независимой переменной.</b>	8		
Функционал. Экстремум функционала. Основные леммы. Простейшая задача вариационного исчисления. Уравнение Эйлера. Регулярные и сингулярные задачи. Теорема Гильберта. Случаи упрощения уравнения Эйлера. Обобщения простейшей задачи. Поле экстремалей. Условие Якоби. Условия Вейерштрасса и Лежандра.			
<b>Тема 7. Вариационные задачи на условный экстремум. Прямые методы в вариационном исчислении.</b>	7		
Правило множителей Лагранжа. Изопериметрическая задача. Задача Лагранжа. Принцип Дирихле. Задача о собственных значениях. Метод Ритца. Метод Канторовича.			
<b>Текущий контроль 3: Устный опрос № 3</b>	1		
<b>Курсовая работа</b>	<b>16</b>		
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине - Экзамен</b>	<b>36</b>		
<b>ВСЕГО:</b>	<b>108</b>		

### 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

#### 3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	8	4				
2	8	4				
3	8	4				
4	8	4				
5	8	4				
6	8	4				
7	8	4				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>28</b>				

#### 3.2. Практические занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Решение задач о максимальном потоке, кратчайшем пути и коммивояжере.	8	1				
2	Решение задач на управление запасами.	8	1				
3	Решение задач на нахождение экстремумов функций без ограничений.	8	1				
4	Решение задач на нахождение экстремумов функций с ограничениями.	8	1				
5	Численное нахождение минимума методом дихотомии. Решение задач в Excel и MathCad.	8	1				
6	Решение задач методом перебора и покоординатного спуска.	8	1				
7	Решение задач методом градиентного спуска.	8	1				
8	Сведение задачи нахождения экстремума к задаче решения системы алгебраических уравнений.	8	1				
9	Решение задач методом штрафных функций.	8	1				
10	Использование инструментальных сред Excel и MathCad для решения экстремальных задач.	8	1				
11	Решение задач на минимизацию функционалов функций одной независимой переменной.	8	1				
12	Решение задачи равновесия упругой балки.	8	1				
13	Решение вариационных задач методом Рунге.	8	1				

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
14	Классификация задач оптимизации по разным критериям. Разбор практических примеров. Решение задач.	8	1				
<b>ВСЕГО:</b>			<b>14</b>				

### 3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрены

## 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

### 4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта):

Целью выполнения курсовой работы является изучение существующего программного обеспечения по разработке компьютерных моделей и решению задач оптимизации, закрепление и расширение практических навыков работы с программными приложениями.

Задачи курсовой работы: систематизация знаний, полученные в ходе изучения дисциплины, углубленное освоение методов практической работы по созданию, обработке и анализу моделей оптимизации; углубление изучения основных программ компьютерного моделирования задач оптимизации.

### 4.2 Тематика курсовой работы (проекта):

1. Решить задачу оптимизации методом деформируемого многогранника.
2. Решить задачу оптимизации методом конфигураций.
3. Решить задачу оптимизации методом сопряженных направлений.
4. Решить задачу оптимизации методом конфигураций.
5. Решить задачу оптимизации методом деформируемого многогранника.
6. Решить задачу оптимизации методом сопряженных направлений.
7. Решить задачу оптимизации методом конфигураций.
8. Решить задачу оптимизации методом деформируемого многогранника.
9. Решить задачу оптимизации методом сопряженных направлений.

#### 4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы :

Работа выполняется индивидуально, с использованием специального компьютерного обеспечения и эмуляторов, находящихся в свободном доступе в сети Internet.

Результаты представляются в виде отчета, объемом до 30 листов, содержащего следующие обязательные элементы:

Титульный лист выполняется по образцу.

Во введении должен быть приведен краткий анализ литературы по исследуемой проблеме, обоснована актуальность работы, сформулирована цель работы и перечислены задачи, которые необходимо решить в курсовой работе.

В первой главе должно быть представлено описание задачи минимизации.

Во второй главе приводится краткий обзор методов решения поставленной задачи.

В третьей главе приводится описание заданного метода решения задачи.

В четвертой главе приводится блок-схема алгоритма решения задачи и ее описание в соответствии с требованиями к оформлению алгоритмов.

В пятой главе приводится обзор программного обеспечения, с помощью которого может быть реализован разработанный алгоритм и описание программной реализации алгоритма.

В шестой главе приводятся результаты тестирования разработанного алгоритма и его программной реализации с помощью известных в литературе исходных данных. После получения положительных результатов тестирования, подтверждающих работоспособность программы, проводятся контрольные расчеты для оценки точности и сходимости исследуемого метода оптимизации для решения поставленной задачи.

В Заключении должны быть представлены основные результаты работы по всем разделам пояснительной записки.

В списке литературы должно быть представлено не менее 10 источников, включая интернет ресурсы.

В Приложениях располагаются рисунки больших размеров, исходные данные, программная реализация алгоритма.

### 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1-3	Устный опрос	8	3				

### 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	8	7				
Подготовка к практическим занятиям	8	7				
Выполнение курсовой работы	8	16				
Подготовка к экзамену	8	36				
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>66</b>				

### 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий  
Не предусмотрены

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебная литература

#### а) основная учебная литература

1. Мицель А. А., Шелестов А. А., Романенко В. В. [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Методы оптимизации. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2017. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72127.html>;
2. Аттетков А. В., Зарубин В. С., Канатников А. Н. [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Методы оптимизации. — Саратов: Вузовское образование, 2018. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/77664.html>;

#### б) дополнительная учебная литература

3. Кудрявцева И. В., Рыков С. А., Рыков С. В., Скобов Е. Д. [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Методы оптимизации в примерах в пакете MathCAD 15. Часть I. — Санкт-Петербург: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2016. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67288.html>;
4. Ахмадиев Ф. Г., Гильфанов Р. М. [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Математическое моделирование и методы оптимизации. — Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73309.html>.

### 8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Пантелеев А. В., Летова Т. А. [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Методы оптимизации. — Москва: Логос, 2011. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9093.html>;
2. Рыков С. В., Кудрявцева И. В., Рыков С. А., Рыков В. А. [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Методы оптимизации в примерах в пакете MathCad 15. Часть II. — Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2016. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67287.html>.

### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
2. Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел. Информатика и информационные технологии» [Электронный ресурс]. URL: <http://window.edu.ru/>

### 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1;
2. Microsoft Office Professional 2013.

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом
2. Компьютерный класс с мультимедийным комплексом и выходом в Интернет

### 8.6. Иные сведения и (или) материалы

1. Демонстрационные материалы по темам лекций и практических занятий.
2. Раздаточные материалы по темам лекций и практических занятий.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и	Организация деятельности обучающегося
------------------------	---------------------------------------



самостоятельная работа обучающихся	
Лекции	<p>Проработка рабочей программы, с обращением особого внимания целям и задачам структуре и содержанию дисциплины.</p> <p>Конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверка терминов, понятий: осуществлять с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</p> <p>Работа с теоретическим материалом: найти ответ на вопросы в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии.</p>
Практические занятия	<p>Подготовка к практическим занятиям предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• работа с конспектом лекций;</li> <li>• подготовка ответов к контрольным вопросам;</li> <li>• просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом;</li> <li>• решение задач по алгоритму.</li> </ul>
Самостоятельная работа	<p>Данный вид работы предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации; подготовку к устным опросам и экзамену.</p> <p>Самостоятельная работа выполняется индивидуально, а также может проводиться под руководством (при участии) преподавателя.</p> <p>При подготовке к экзамену необходимо ознакомиться с перечнем вопросов, проработать конспекты лекций и практических занятий, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя.</p> <p>При подготовке к курсовой работе необходимо ознакомиться с правилами оформления, разработать план выполнения, проработать дополнительную литературу.</p>

## 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ОПК-3 (2)	<p>1. Излагает базовые теоретические положения по дисциплине, имеет представление:</p> <p style="padding-left: 20px;">Об основных методах оптимизации</p> <p>3. Демонстрирует умение:</p> <p style="padding-left: 20px;">использовать теоретические положения дисциплины «Методы оптимизации» в профессиональной деятельности.</p> <p>3. Показывает навыки:</p> <p style="padding-left: 20px;">выбора методов решения прикладных задач на основе теоретических знаний с использованием методов оптимизации.</p>	<p>1. Устное собеседование</p> <p>2. Практическое задание</p>	<p>1. Перечень вопросов (39 вопросов).</p> <p>2. Практические задания (18 заданий).</p>
ПК-2 (2)	<p>1. Излагает базовые теоретические положения по дисциплине, имеет представление:</p> <p style="padding-left: 20px;">о математических моделях методов</p>	<p>1. Устное собеседование</p> <p>2. Практическое</p>	<p>1. Перечень вопросов (39 вопросов).</p>

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
	<p>оптимизации, используемых для решения прикладных задач.</p> <p>2. Демонстрирует умение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• применять и модифицировать математические модели для решения прикладных задач</li> </ul> <p>3. Показывает навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• применения и модификации математических моделей методов оптимизации для решения прикладных задач</li> </ul>	задание	2. Практические задания (18 заданий).

**10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций. Критерии оценивания сформированности компетенций**  
**Критерии оценивания сформированности компетенций**

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций		
	Устное собеседование	Практические задания	Курсовая работа
Отлично	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных методов системного анализа, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных методов системного анализа и их значение для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала.	Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных методов и формул для ее решения, знание типов шкал и значений вероятностей. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.	Полное и всестороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками информации. Качество исполнения всех элементов работы соответствует требованиям, содержание полностью соответствует заданию. Полученные результаты представлены на основании изучения и анализа исследуемой темы. Даны полные выводы и ответы на поставленные вопросы. Работа представлена к защите в срок.
Хорошо	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний основных методов системного анализа, ориентируется в основных понятиях и определениях; усвоил основную литературу; допускает незначительные	Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных методов и формул для ее решения, знание типов шкал и значений вероятностей. Допускает незначительные	Работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные незначительные ошибки в работе или ответах на поставленные при защите вопросы, могут иметь место отступления от правил оформления работы или нарушены сроки сдачи работы.

	погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя.	погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией.	
Удовлетворительно	Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме; может сформулировать методы системного анализа, понятия и определения, но при этом, допуская большое количество непринципиальных ошибок; знаком с основной литературой; допускает существенные ошибки в ответе на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя.	Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение. Знает типы шкал, может сделать рисунок или схему, поясняющую решение задачи.	Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах. Качество работы низкое. Либо работа представлена с опозданием.
Не удовлетворительно	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные методы системного анализа; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.	Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать методы системного анализа и плохо ориентируется в типах шкал, не владеет математическим аппаратом. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания	Содержание работы полностью не соответствует заданию. Отсутствуют один или несколько обязательных элементов задания. Допущены многочисленные грубые ошибки при выполнении. Нарушение правил оформления, неспособность ответить на дополнительные вопросы. Нарушение сроков сдачи работы.
	Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека.		

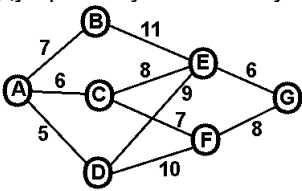
## 10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

### 10.2.1. Перечень вопросов к экзамену, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Принцип максимума Понтрягина. Формулировка.	1
2	Понятие о прямых методах вариационного исчисления.	1
3	Задача о собственных значениях	2
4	Принцип Дирихле.	2
5	Вариационная задача на условный экстремум.	2
6	Простейшая вариационная задача с подвижными границами	3

7	Условия Вейерштрасса и Лежандра достижения экстремума функционала	3
8	Поле функционала. Условие Якоби построения поля экстремалей.	3
9	Вариационная задача для функционалов, являющихся двойными интегралами	3
10	Вариационная задача для функционалов, содержащих высшие производные	3
11	Вариационная задача для функционалов, зависящих от нескольких аргументов	3
12	Случаи упрощения уравнения Эйлера для простейшей вариационной задачи.	3
13	Регулярные и сингулярные экстремали. Теорема Гильберта о регулярной экстремали для простейшей вариационной задачи.	4
14	Уравнение Эйлера для простейшей вариационной задачи	4
15	Простейшая задача вариационного исчисления. Необходимое условие слабого экстремума в простейшей задаче вариационного исчисления	4
16	Лемма Лагранжа. Лемма Дюбуа-Реймона	4
17	Постановка вариационной задачи с закрепленными концами.	5
18	Понятие функционала и вариации функции.	6
19	Решение экстремальных задач в среде Excel.	6
20	Численное нахождение экстремума при наличии ограничений: метод барьерных функций и допустимых направлений.	7
21	Численное нахождение экстремума при наличии ограничений: метод штрафных функций.	7
22	Метод Ньютона: численный алгоритм решения системы нелинейных уравнений.	7
23	Метод Ньютона: сведение задачи нахождения экстремума к задаче решения системы алгебраических уравнений.	7
24	Нахождение минимума функции нескольких независимых переменных методом сопряженных градиентов.	7
25	Нахождение минимума функции нескольких независимых переменных методом наискорейшего градиентного спуска. Условие останова вычислений	7
26	Нахождение минимума функции нескольких независимых переменных методом градиентного спуска.	7
27	Поиск минимума функции нескольких независимых переменных методом покоординатного спуска.	7
28	Поиск минимума функции нескольких независимых переменных методом перебора.	7
29	Поиск минимума функции одной переменной методом дихотомии. Понятие о золотом сечении.	7
30	Поиск минимума функции одной переменной методом перебора.	7
31	Нахождение точек, подозрительных на экстремум, для квадратичных функций.	7
32	Достаточные условия существования условного экстремума в задачах с ограничениями-равенствами.	7
33	Условия положительной определенности квадратной матрицы.	7
34	Достаточные условия существования экстремума функции одной и нескольких независимых переменных. Матрица Гессе.	7
35	Вероятностные модели управления запасами.	7
36	Детерминированные модели управления запасами.	7
37	Динамическое программирование: задача о кратчайшем пути.	7
38	Программирование сценария решения задач о коммивояжере.	7
39	Программирование сценария решения задач о максимальном потоке.	7

### 10.2.2 Вариант типовых заданий (задач), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ
1.	<p>Найти кратчайший путь из пункта А в пункт G, если задана сеть дорог с расстояниями между промежуточными пунктами:</p> 	<p>Выделяем три этапа:  1) В,С, D,  2) E, F,  3) G.  Кратчайшие пути 1-го этапа показаны на рисунке. Кратчайшие пути на 2-м этапе: 14 для E, 13 для F. Кратчайший путь на 3-м этапе: 20, через E.  Ответ: кратчайший путь 20:  А, С, E, G или А, D, E, G.</p>

2.	Найти точку безусловного экстремума функции $f(x,y,z) = 2x^2 - 4xz + 4y^2 - 8yz + 9z^2 + 4x + 8y - 20z$	Приравнявая нулю частные производные функции $f(x,y,z)$ по $x, y, z$ , получаем систему трех уравнений, из которой находим $x=1/3, y=1/3, z=4/3$ . Матрица Гессе положительно определена, поэтому в данной точке реализуется минимум функции.
3	С помощью EXCEL, найти минимум функции $f(x,y) = (x-3)^2 + (y-4)^2$ при условиях $3x+2y \geq 7, \quad 10x-y \leq 8,$ $-18x+4y \leq 12, \quad x \geq 0, \quad y \geq 0$	В ячейки A1 и B1 таблицы EXCEL записываются любые начальные приближения для искомых координат $x_{\min}$ и $y_{\min}$ . Функция $(x-3)^2 + (y-4)^2$ записывается в ячейке C1, а левые части неравенств – в ячейки A1 – E1. Затем в окне “Поиск решения” указывается поиск минимума по C1 при заданных ограничениях на ячейки A1 – E1. Ответ: минимум достигается в точке $x=1,21782, y=4,17822$ и равен $f_{\min} = 3,20792$ .

### 10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

#### 10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче экзамена и защите курсовой работы и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

#### 10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная  письменная  компьютерное тестирование  иная\*

#### 10.3.3. Особенности проведения экзамена и защиты курсовой работы

- Возможность пользоваться справочным материалом;
- Время на подготовку ответа по билету 30 минут;
- Экзамен проводится в компьютерном классе.
- Защита курсовой работы проводится в компьютерном классе. На доклад по защите выделяется 5- 7 минут. Общее время защиты одной работы не должно превышать 15 минут.