**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **09.04.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль) / специализация: **Информационное и программное обеспечение автоматизированных систем**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет вычислительных систем (ФВС)**
Кафедра: **Кафедра экономической математики, информатики и статистики (ЭМИС)**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2019 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 1 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 18 | 18 | часов |
| Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| Лабораторные занятия | 18 | 18 | часов |
| Самостоятельная работа | 198 | 198 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| Общая трудоемкость | 288 | 288 | часов |
| (включая промежуточную аттестацию) | 8 | 8 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Экзамен | 1 |

Томск

Согласована на портале № 53897

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Целью данной учебной дисциплины является изучение основных категорий и методов оптимизации как современного научного направления, возможностей и особенностей использования оптимизационных методов в решении практических задач оптимального управления.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Освоить базовые знания алгоритмов и методов оптимизации.
2. Получить навыки практической работы по решению оптимизационных задач.
3. Освоить численные методы решения математических задач.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Индекс дисциплины: Б1.О.01.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |

Согласована на портале № 53897

| | | |
|---|---|---|
| УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий | УК-1.1 .Знает методики сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации для решения поставленных задач, а также методы системного анализа | Характеризует основы системного подхода как общенаучного метода<br>Называет основы системного анализа |
| | УК-1.2 .Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников | Перечисляет способы поиска информации<br>Осуществляет поиск информации, необходимой для решения поставленной задачи, используя различные источники информации<br>Выделяет главную информацию на фоне избыточной<br>Сопоставляет информацию, полученную из разных источников, сопоставляет предметы и явления с целью нахождения общих и частных характеристик |
| | УК-1.3 .Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач; способен генерировать различные варианты решения поставленных задач | Сопоставляет информацию, обнаруженную в тексте, со знаниями из других источников; подвергает сомнению достоверность имеющейся информации<br>Выявляет закономерности и взаимосвязи<br>Может обосновать выбранные пути решения проблемы |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |

Согласована на портале № 53897

| | | |
|---|---|---|
| ОПК-1. Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте | ОПК-1.1 .Знает математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности | Применяет методы оценки технической эффективности объектов профессиональной деятельности<br>Обосновывает с помощью математических методов состав и структуру исследуемой системы |
| | ОПК-1.2 .Умеет самостоятельно решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний | Планирует и формулирует задачи исследования<br>Описывает информационные и математические модели информационных систем |
| | ОПК-1.3 .Владеет методами теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, для решения задач профессиональной деятельности | Владеет методами математического моделирования различных процессов |
| **Профессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |

## 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 1 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 54 | 54 |
| Лекционные занятия | 18 | 18 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные занятия | 18 | 18 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 198 | 198 |
| Подготовка к тестированию | 122 | 122 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 42 | 42 |

Согласована на портале № 53897

| | | |
|---|---|---|
| Выполнение практического задания | 34 | 34 |
| **Подготовка и сдача экзамена** | 36 | 36 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 288 | 288 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 8 | 8 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | | | | |
| 1 Основы теории оптимизации | 2 | - | - | 14 | 16 | ОПК-1, УК-1 |
| 2 Методы одномерной и многомерной оптимизации | 2 | 2 | 4 | 32 | 40 | ОПК-1, УК-1 |
| 3 Безусловный экстремум функции многих переменных | 4 | 4 | - | 18 | 26 | ОПК-1, УК-1 |
| 4 Оптимизационные задачи с ограничениями | 2 | 4 | 6 | 50 | 62 | ОПК-1, УК-1 |
| 5 Прикладные задачи оптимизации | 4 | 8 | 8 | 52 | 72 | ОПК-1, УК-1 |
| 6 Численные методы оптимизации | 4 | - | - | 32 | 36 | ОПК-1, УК-1 |
| Итого за семестр | 18 | 18 | 18 | 198 | 252 | |
| Итого | 18 | 18 | 18 | 198 | 252 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | |
| 1 Основы теории оптимизации | Начальные сведения о задачах оптимизации: постановка и классификация задач, существование оптимального решения. Прямые условия оптимальности. Понятия о методах оптимизации. Классификация методов оптимизации. Примеры задач из области оптимизации. | 2 | ОПК-1, УК-1 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 53897

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Методы одномерной и многомерной оптимизации | Определение производной и ее геометрический смысл. Правила дифференцирования. Экстремумы функции одной переменной. Необходимые и достаточные условия минимума гладких функций одной переменной. Дифференциал функции одной переменной. Экстремумы функции многих переменных. Условия первого и второго порядков. Квадратические формы. Условия положительной определенности квадратических форм. Частные производные, градиент, дифференциал. Необходимые и достаточные условия минимума функций нескольких переменных. | 2 | ОПК-1, УК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Безусловный экстремум функции многих переменных | Алгоритмы нахождения экстремума функции многих переменных. | 4 | ОПК-1, УК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Оптимизационные задачи с ограничениями | Задачи на условный экстремум. Решение задач с ограничениями типа равенств. Метод исключения. Метод множителей Лагранжа. Функция Лагранжа. Градиентные методы. Решение задач на условный экстремум с ограничениями типа неравенств. | 2 | ОПК-1, УК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Прикладные задачи оптимизации | Задачи линейного программирования (ЗЛП). Постановка задачи линейного программирования. Методы решения задач линейного программирования: геометрический, симплекс-метод, искусственного базиса. Теория двойственности. Общие правила построения двойственной задачи. Лемма о взаимной двойственности. Двойственный симплекс-метод. Транспортная задача, ее свойства, модификации. Постановка транспортной задачи. Закрытые и открытые модели. Транспортные задачи с ограничениями. Метод потенциалов решения транспортной задачи. Задачи целочисленного линейного программирования. Постановка задачи целочисленного программирования. Метод Гомори. Метод ветвей и границ. | 4 | ОПК-1, УК-1 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 53897

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 Численные методы оптимизации | Задачи одномерной оптимизации. Методы дихотомии, Фибоначчи, «золотого сечения». Методы поиска с использованием квадратичной аппроксимации, метод кубической аппроксимации. Многомерная оптимизация без ограничений. Модели и условия сходимости численных методов. Градиентные и квазиньютоновские методы в Rn. Методы сопряженных градиентов. Многомерная оптимизация с ограничениями. Метод проекции градиента. Метод условного градиента. Метод возможных направлений. Методы внешних штрафных функций, методы внутренних штрафных функций, комбинированные методы штрафных функций, модифицированные методы штрафных функций. Основные численные методы безусловной оптимизации (методы нулевого, первого и второго порядка). | 4 | ОПК-1, УК-1 |
| | Итого | 4 | |
| | Итого за семестр | 18 | |
| | Итого | 18 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | |
| 2 Методы одномерной и многомерной оптимизации | Экстремумы функции одной переменной | 2 | ОПК-1, УК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Безусловный экстремум функции многих переменных | Экстремумы функции многих переменных | 2 | ОПК-1, УК-1 |
| | Экстремумы функции многих переменных | 2 | ОПК-1, УК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Оптимизационные задачи с ограничениями | Задачи на условный экстремум. Решение задач с ограничениями типа равенств. Метод исключения. Метод множителей Лагранжа. Функция Лагранжа. Решение задач на условный экстремум с ограничениями типа неравенств. | 4 | ОПК-1, УК-1 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 53897

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Прикладные задачи оптимизации | Методы решения задач линейного программирования: геометрический, симплекс-метод, искусственного базиса. Транспортная задача. Метод потенциалов решения транспортной задачи. Задачи целочисленного линейного программирования. Метод Гомори. Метод ветвей и границ. | 8 | ОПК-1, УК-1 |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | |
| 2 Методы одномерной и многомерной оптимизации | Решение задач на тему «Экстремумы функций одной и многих переменных» | 4 | ОПК-1, УК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Оптимизационные задачи с ограничениями | Решение задач на тему «Экстремумы функций многих переменных с ограничениями» | 6 | ОПК-1, УК-1 |
| | Итого | 6 | |
| 5 Прикладные задачи оптимизации | Решение задач на тему «Линейное программирование» | 8 | ОПК-1, УК-1 |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | | |
| 1 Основы теории оптимизации | Подготовка к тестированию | 14 | ОПК-1, УК-1 | Тестирование |
| | Итого | 14 | | |

Согласована на портале № 53897

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 Методы одномерной и многомерной оптимизации | Подготовка к тестированию | 16 | ОПК-1, УК-1 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 10 | ОПК-1, УК-1 | Лабораторная работа |
| | Выполнение практического задания | 6 | ОПК-1, УК-1 | Практическое задание |
| | Итого | 32 | | |
| 3 Безусловный экстремум функции многих переменных | Подготовка к тестированию | 10 | ОПК-1, УК-1 | Тестирование |
| | Выполнение практического задания | 8 | ОПК-1, УК-1 | Практическое задание |
| | Итого | 18 | | |
| 4 Оптимизационные задачи с ограничениями | Подготовка к тестированию | 26 | ОПК-1, УК-1 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 14 | ОПК-1, УК-1 | Лабораторная работа |
| | Выполнение практического задания | 10 | ОПК-1, УК-1 | Практическое задание |
| | Итого | 50 | | |
| 5 Прикладные задачи оптимизации | Подготовка к тестированию | 24 | ОПК-1, УК-1 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 18 | ОПК-1, УК-1 | Лабораторная работа |
| | Выполнение практического задания | 10 | ОПК-1, УК-1 | Практическое задание |
| | Итого | 52 | | |
| 6 Численные методы оптимизации | Подготовка к тестированию | 32 | ОПК-1, УК-1 | Тестирование |
| | Итого | 32 | | |
| Итого за семестр | | 198 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 234 | | |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ОПК-1 | + | + | + | + | Лабораторная работа, Практическое задание, Тестирование, Экзамен |

Согласована на портале № 53897

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| УК-1 | + | + | + | + | Лабораторная работа, Практическое задание, Тестирование, Экзамен |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| **1 семестр** | | | | |
| Лабораторная работа | 10 | 5 | 10 | 25 |
| Практическое задание | 10 | 5 | 10 | 25 |
| Тестирование | 5 | 10 | 5 | 20 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Итого максимум за период | 25 | 20 | 25 | 100 |
| Нарастающим итогом | 25 | 45 | 70 | 100 |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 2 |

### 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 – 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 – 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 – 84 | C (хорошо) |
| | 70 – 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 – 69 | |
| | 60 – 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Методы оптимизации: Учебное пособие / А. А. Мицель, А. А. Шелестов, В. В. Романенко - 2017. 198 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7045.

Согласована на портале № 53897

### 7.2. Дополнительная литература

1. Исследование операций и методы оптимизации : Учебное пособие / Е. Б. Грибанова, А. А. Мицель - 2017. 185 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7127.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Методы оптимизации: Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» / Е. А. Шельмина - 2015. 14 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6146.
2. Методы оптимизации: Методические указания по выполнению практических работ для студентов 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» / Е. А. Шельмина - 2015. 19 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6147.
3. Методы оптимизации: Методические указания к самостоятельной работе для студентов 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» / Е. А. Шельмина - 2015. 8 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6148.

#### 7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Аудитория для лабораторных и практических занятий: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 424 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

Согласована на портале № 53897

- Проектор;
- Проекционный экран;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 64-bit Java for Windows Recommended Version 8 Update 161;
- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Microsoft Office 95;
- Microsoft Visual Studio 2012;
- Microsoft Windows 7 Pro;
- OpenOffice;
- Scilab;
- Smath Studio Desktop 0.98;

### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Класс ГПО: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 425 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Плазменный телевизор;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 64-bit Java for Windows Recommended Version 8 Update 161;
- 7-Zip;
- Google Chrome;
- NetBeans IDE;
- OpenOffice;
- Scilab;
- Smath Studio Desktop 0.98;

### 8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

Согласована на портале № 53897

### 8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Основы теории оптимизации | ОПК-1, УК-1 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 2 Методы одномерной и многомерной оптимизации | ОПК-1, УК-1 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 3 Безусловный экстремум функции многих переменных | ОПК-1, УК-1 | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Согласована на портале № 53897

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Оптимизационные задачи с ограничениями | ОПК-1, УК-1 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 5 Прикладные задачи оптимизации | ОПК-1, УК-1 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 6 Численные методы оптимизации | ОПК-1, УК-1 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|---|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Согласована на портале № 53897

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или<br>Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. При проведении научных исследований часто приходится решать задачи оптимизации и, соответственно, определять целевые функции. Какую функцию принято называть целевой?
   любая функция, у которой есть экстремумы
   любая функция, у которой нет экстремумов
   любая функция, у которой есть минимумы
   любая функция, у которой есть максимумы
2. Если в критической точке функции одной переменной вторая производная отрицательна, то:
   эта точка является точкой максимума
   эта точка является точкой минимума
   в этой точке функция имеет разрыв
   нет верного ответа
3. Для решения задачи условной оптимизации методом неопределенных множителей Лагранжа обязательно:
   знание аналитического выражения оптимизируемой функции
   наличие ограничений только в виде равенств
   линейность ограничений
   квадратичность ограничений
4. Оптимизационную задачу относят к линейному программированию, если…
   целевая функция и функции ограничений линейны
   целевая функция вогнута, а функции ограничений образуют выпуклое множество
   целевая функция является квадратичной ответ 4. ограничения представляют квадратичные функции
5. Необходимым условием существования в точке x экстремума функции f(x0) является:
   f’(x0)=1
   f’’’(x0)=0
   f’(x0)=0

Согласована на портале № 53897

f'(x0)= f(x0)

6. Алгоритм Гомори используется в задачах:
   поиска нулей функции
   линейного программирования
   целочисленного программирования
   квадратичного программирования
7. В ряде чисел Фибоначчи каждое последующее число равно:
   произведению двух предыдущих
   частному двух предыдущих
   сумме двух предыдущих
   разности двух предыдущих
8. Для проведения научных исследований часто необходимо применить численные методы. Какие из ниже перечисленных численных методов относятся к методам одномерной оптимизации?
   методы Розенброка, Хука-Дживса, случайного поиска
   методы быстрого спуска, сопряженных градиентов
   методы быстрого спуска, Розенброка, Хука-Дживса
   метод дихотомии, метод золотого сечения, метод Фибоначчи
9. В зависимости от количества управляемых параметров методы оптимизации делятся на методы …
   одномерной и многомерной оптимизации
   двумерной и многомерной оптимизации
   нет верного ответа
   одномерной, двумерной и трехмерной
10. На основании выбранного критерия оптимальности составляют…
    оптимальную функцию
    функцию критерия оптимальности
    целевую функцию
    правильного ответа нет

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Начальные сведения о задачах оптимизации: постановка и классификация задач, существование оптимального решения.
2. Понятия о методах оптимизации.
3. Классификация методов оптимизации. Примеры задач из области оптимизации.
4. Экстремумы функции одной переменной. Необходимые и достаточные условия минимума гладких функций одной переменной.
5. Экстремумы функции многих переменных. Условия первого и второго порядков.
6. Задачи с ограничениями типа равенств.
7. Метод исключения.
8. Метод множителей Лагранжа. Функция Лагранжа.
9. Градиентные методы.
10. Задачи на условный экстремум с ограничениями типа неравенств.
11. Задачи линейного программирования (ЗЛП).
12. Постановка задачи линейного программирования.
13. Формы записи задач линейного программирования.
14. Симплекс-метод решения задач линейного программирования.
15. Транспортная задача, ее свойства, модификации.
16. Постановка транспортной задачи.
17. Метод минимального элемента и северо-западного угла.
18. Метод потенциалов.
19. Численные методы оптимизации. Методы одномерного поиска.
20. Численные методы оптимизации. Прямые методы поиска.
21. Численные методы оптимизации. Методы первого порядка.
22. Численные методы оптимизации. Методы второго порядка.

### 9.1.3. Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 53897

1. Решение задач на тему «Экстремумы функций одной и многих переменных»
2. Решение задач на тему «Экстремумы функций многих переменных с ограничениями»
3. Решение задач на тему «Линейное программирование»

### 9.1.4. Темы практических заданий

1. Экстремумы функции одной переменной
2. Экстремумы функции многих переменных
3. Экстремумы функции многих переменных
4. Задачи на условный экстремум. Решение задач с ограничениями типа равенств. Метод исключения. Метод множителей Лагранжа. Функция Лагранжа. Решение задач на условный экстремум с ограничениями типа неравенств.
5. Методы решения задач линейного программирования: геометрический, симплекс-метод, искусственного базиса. Транспортная задача. Метод потенциалов решения транспортной задачи. Задачи целочисленного линейного программирования. Метод Гомори. Метод ветвей и границ.

## 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

## 9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |

Согласована на портале № 53897

| | | |
|---|---|---|
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 53897

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭМИС
протокол № 5 от «14» 12 2018 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. ЭМИС | И.Г. Боровской | Согласовано, 806d2ff7-778b-4ed6-a3d7-87623a208b8c |
| Заведующий обеспечивающей каф. ЭМИС | И.Г. Боровской | Согласовано, 806d2ff7-778b-4ed6-a3d7-87623a208b8c |
| Начальник учебного управления | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Старший преподаватель, каф. ЭМИС | И.Г. Афанасьева | Согласовано, 14d2ad0b-0b75-401e-9d97-39fca5825785 |
| Доцент, каф. ЭМИС | Е.А. Шельмина | Согласовано, 54cb71d7-43bf-4e94-938e-094b7e6d003d |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. ЭМИС | Е.А. Шельмина | Разработано, 54cb71d7-43bf-4e94-938e-094b7e6d003d |

Согласована на портале № 53897