МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Санкт-Петербургский государственный экономический университет»

|  |  |
| --- | --- |
|  | УТВЕРЖДАЮ  Проректор по образовательной деятельности  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.Г. Шубаева  «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_\_г. |

***Методы оптимизации***

**Рабочая программа дисциплины**

|  |  |
| --- | --- |
| Направление подготовки/ *Специальность* | *01.03.02 Прикладная математика и информатика* |
| Направленность (профиль) программы/  *Специализация* | *Прикладная математика и информатика в экономике и управлении* |
| Уровень высшего образования | *Бакалавриат* |
| Форма обучения | *очная* |
| Год набора | *2025* |

Составитель*(и)*:

|  |
| --- |
| к.физмат.н, Фролькис Виктор Абрамович |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Часов по учебному плану | 216 | **Виды контроля в семестрах:**   |  | | --- | | Экзамен: семестр 5 | | Курсовая работа: семестр 5 | |
| в том числе: |  |
| контактная работа | 80 |
| самостоятельная работа | 100 |
| практическая подготовка | 0 |
| часов на контроль | 36 |

**Распределение часов дисциплины:**

|  |  |
| --- | --- |
| Семестр: | 5 |
| Вид занятий | Часы |
| Лекционные занятия | 38 |
| Практические занятия | 42 |
| Лабораторные работы |  |
| **Итого аудиторных часов** | **80** |
| Самостоятельная работа | 100 |
| Часы на контроль | 36 |
| **Итого академических часов** | **216** |
| **Общая трудоемкость в зачетных единицах** | **6** |

Санкт-Петербург

2025

**СОДЕРЖАНИЕ**

[**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ** 3](#_Toc185500689)

[**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** 3](#_Toc185500690)

[**3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ** 3](#_Toc185500691)

[**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ\*** 3](#_Toc185500692)

[**5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ** 6](#_Toc185500693)

[**5.1 Рекомендуемая литература** 6](#_Toc185500694)

[**5.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в т.ч. отечественного производства** 6](#_Toc185500695)

[**5.3 Перечень информационных справочных систем (ИСС) и современных профессиональных баз данных (СПБД)** 7](#_Toc185500696)

[**6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ** 7](#_Toc185500697)

[**7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ** 9](#_Toc185500698)

[**8. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ** 10](#_Toc185500699)

[**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ** 12](#_Toc185500700)

[**1.1 Контрольные вопросы и задания к промежуточной аттестации** 12](#_Toc185500701)

[**1.2 Темы письменных работ** 14](#_Toc185500702)

[**1.3 Контрольные точки** 15](#_Toc185500703)

[**1.4 Другие объекты оценивания** 15](#_Toc185500704)

[**1.5 Самостоятельная работа обучающегося** 15](#_Toc185500705)

[**1.6 Шкала оценивания результата** 15](#_Toc185500706)

# **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

|  |  |
| --- | --- |
| **Цель:** | Добиться понимания различных проблем, связанных с решением оптимизационных задач в управлении, экономической теории и хозяйственной деятельности; знать методы решения задач оптимизации, их алгоритмов и основных численных методов; развить практические навыки построения формализованных математических моделей оптимизационных задач и овладеть методами их решения с использованием компьютерных технологий. |

# **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина Б1.О Методы оптимизации относится к обязательной части Блока 1.

# **3.** **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

| **Код и наименование компетенции выпускника** | **Код и наименование индикатора достижения компетенций** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине** |
| --- | --- | --- |
| ОПК-2 - Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач | ОПК-2.4 - Использует и адаптирует методы оптимизации для разработки алгоритмов решения прикладных задач | Знать: теоретические основы оптимизационных задач; методы решения задач оптимизации; численные алгоритмы задач математического программирования применения.  Уметь: ставить и формулировать задачи оптимизации; разрабатывать алгоритмы решения задач математического программирования; применять математические методы и вычислительную технику для решения практических задач..  Владеть: численными методами решения задач оптимизации; навыками использования современных программных продуктов; навыками реализации и отладки алгоритмов оптимизации.. |

# **4.** **СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ\***

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер и наименование тем и/или разделов/тем** | **Содержание дисциплины** | | **Объем дисциплины**  **(академические часы)** | | | | |
| **Контактная работа** | | | | **СРО** |
| **ЗЛТ** | | **ПЗ** | **ЛР** |
| **Раздел I. Введение.** | | | | | | | |
| Тема 1. Общая постановка задачи оптимизации. | Экстремум функции. Постановка задачи оптимизации. Условия существования безусловного экстремума. | | 2 | | 2 |  | 3 |
| Тема 2. Основы классической теории оптимизации. | Формулировка задачи. Метод множителей Лагранжа. Интерпретация множителей Лагранжа. Метод Якоби. Анализ чувствительности методом Якоби. | | 4 | | 2 |  | 4 |
| **Раздел II. Линейное программирование.** | | | | | | | |
| Тема 3. Построение математической модели. | Задача о пищевом рационе. Оптимизация плана производства. Распределение ресурсов. Загрузка оборудования. Ассортимент продукции. Транспортная задача. Минимизация дисбаланса производства. Целевое программирование. Управление оборотным капиталом. | | 2 | | 1 |  | 3 |
| Тема 4. Математическая постановка задачи линейного программирования. | Общая и каноническая задачи линейного программирования. Приведение задачи к каноническому и стандартному виду Базисные и свободные переменные. Допустимое, базисное и оптимальное решения. Метод перебора. Графический метод решения некоторых линейных задач. | | 2 | | 4 |  | 3 |
| Тема 5. Симплекс-метод. | Симплекс-метод. Реализация алгоритма симплекс-метода. Пример использования симплекс-метода. Монотонность симплекс-метода и проблема зацикливания. Трудности при определении начального базисного решения: метод штрафов (M-метод) и двухэтапный метод. Табличный алгоритм перестановки переменных. Табличный симплекс-метод. | | 4 | | 4 |  | 4 |
| Тема 6. Двойственная задача линейного программирования. | Правила построения двойственной задачи. Примеры построения двойственной задачи. Оценка оптимального значения функции цели. Связь между оптимальными решениями прямой и двойственной задач. Построение решения прямой задачи (двойственной) по решению двойственной (прямой) задачи. Двойственный симплекс-метод. Введение дополнительного ограничения. Экономическая интерпретация переменных двойственной задачи. | | 4 | | 4 |  | 4 |
| Тема 7. Анализ чувствительности. | Цель анализа чувствительности. Статус ресурса. Изменение запаса ресурса. Ценность ресурса. Изменение коэффициентов целевой функции. | | 1 | | 1 |  | 3 |
| Тема 8. Транспортная задача. | Постановка задачи. Сбалансированная транспортная задача. Метод северо-западного угла. Метод минимального элемента. Метод Фогеля. Цикл в транспортной таблице. Распределительный метод улучшения плана перевозок. Вырожденный план транспортной задачи. Метод потенциалов. Несбалансированная транспортная задача. Введение дополнительные ограничений. Транспортная задача по критерию времени. | | 4 | | 4 |  | 4 |
| Тема 9. Оптимизационные задачи, сводящиеся к транспортной модели. | Многопродуктовая транспортная модель. Транспортная модель с промежуточными пунктами. Модель производства с запасами. Задача о кратчайшем пути. Задача о назначениях. Венгерский метод в задаче о назначениях и в задаче о кратчайшем пути. | |  | |  |  | 6 |
| **Раздел III. Некоторые задачи математического программирования.** | | | | | | | |
| Тема 10. Дискретное программирование. | Задачи, приводящие к дискретной оптимизации. Метод ветвей и границ. Метод Гомори (Метод отсечения). | | 3 | | 4 |  | 7 |
| Тема 11. Многокритериальная задача линейной оптимизации. | Общие соображения. Метод компромиссной переменной. Метод последовательных уступок. Метод равных отклонений. Метод весовых оценок критериев (метод экспертных оценок). | | 3 | | 4 |  | 7 |
| Тема 12. Сетевое планирование. | Постановка задачи. Структурная таблица. Вспомогательные понятия из теории графов. Графический метод упорядочивания комплекса работ. Сетевой граф комплекса работ. Построение сетевого графа. Временной сетевой граф «работа-вершина». Метод критического пути (CPM). Параметры временного сетевого графа. Временной сетевой граф «вершина-событие». Математическая модель сетевого планирования. Оптимизация плана комплекса работ. | | 4 | | 4 |  | 7 |
| Тема 13. Выпуклая задача оптимизации. | Выпуклое множество. Выпуклая и вогнутая функции. Выпуклая задача оптимизации. Алгоритм решения простых задач Леммы, необходимые для доказательства существования решения выпуклой задачи оптимизации. Необходимые и достаточные условия Куна–Таккера. Основы теории двойственности. Экономический смысл вектора Куна–Таккера. Выпуклая задача квадратичной оптимизации. Задача планирования производства. Модель рынка с ограничениями на цены. | | 5 | | 6 |  | 15 |
| **Раздел IV. Численные методы оптимизации.** | | | | | | | |
| Тема 14. Методы безусловной оптимизации. | Контроль точности. Идея градиентных методов. Метод градиента (метод наискорейшего спуска). Метод Ньютона – Рафсона. Метод сопряженных направлений. | |  | | 1 |  | 15 |
| Тема 15. Методы условной оптимизации. | Метод внешней точки. Метод внутренней точки. | |  | | 1 |  | 15 |
| **Контроль:** | | | | | | | **36** |
| **Всего по дисциплине:** | | **38** | | **42** | |  | **100** |

\*ЗЛТ – занятия лекционного типа, ПЗ – все виды занятий семинарского типа, кроме лабораторных работ, ЛР – лабораторные работы, СРО – самостоятельная работа обучающегося

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

## **5.1 Рекомендуемая литература**

|  |  |
| --- | --- |
| **Библиографическое описание издания (автор, заглавие, вид, место и год издания, кол. стр.)** | **Электронные ресурсы** |
| Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология : учебное пособие .— 6-е изд. стер. — Электрон. дан. — Москва : Юстиция, 2018. | <http://www.book.ru/book/924288> |
| Бессмертный, И. А. Системы искусственного интеллекта : учебное пособие для академического бакалавриата / И. А. Бессмертный. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 157 с. | [https://urait.ru/viewer/sistem ... kusstvennogo-intellekta-423120](https://urait.ru/viewer/sistemy-iskusstvennogo-intellekta-423120) |
| Бессмертный, И. А. Интеллектуальные системы : учебник и практикум для академического бакалавриата / И. А. Бессмертный, А. Б. Нугуманова, А. В. Платонов. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 243 с. | <https://urait.ru/bcode/433716> |
| Методы оптимизации : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Ф. П. Васильев, М. М. Потапов, Б. А. Будак, Л. А. Артемьева ; под редакцией Ф. П. Васильева. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 375 с. | <https://urait.ru/book/metody-optimizacii-413220> |

## **5.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в т.ч. отечественного производства**

|  |
| --- |
| - 7-Zip |
| - Wolfram Mathematica |
| - Python |
| - ОС Альт образование 10 |
| - LibreOffice Base |
| - LibreOffice Calc |
| - LibreOffice Writer |

## **5.3 Перечень информационных справочных систем (ИСС) и современных профессиональных баз данных (СПБД)**

|  |  |
| --- | --- |
| **№** | **Наименование СПБД/ ИСС** |
| 1. | Электронная библиотека Grebennikon.ru – [www.grebennikon.ru](http://www.grebennikon.ru) |
| 2. | Научная электронная библиотека eLIBRARRY – www.elibrary.ru |
| 3. | Научная электронная библиотека КиберЛеника – www.cyberleninka.ru |
| 4. | База данных ПОЛПРЕД Справочники – [www.polpred.com](http://www.polpred.com) |
| 5. | База данных OECD Books, Papers & Statistics на платформе OECD iLibrary  [www.oecd-ilibrary.org](http://www.oecd-ilibrary.org) |
| 6. | Справочная правовая система КонсультантПлюс (инсталлированный ресурс  СПбГЭУ или www.consultant.ru) |
| 7. | Справочная правовая система «ГАРАНТ» (инсталлированный ресурс СПбГЭУ или www.garant.ru) |
| 8. | Информационно-справочная система «Кодекс» (инсталлированный ресурс  СПбГЭУ или www.kodeks.ru) |
| 9. | Электронная библиотечная система BOOK.ru - www.book.ru |
| 10. | Электронная библиотечная система ЭБС ЮРАЙТ – www.urait.ru |
| 11. | Электронно-библиотечная система ЗНАНИУМ (ZNANIUM) – [www.znanium.com](http://www.znanium.com) |
| 12. | Электронная библиотека СПбГЭУ– opac.unecon.ru |

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

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ) групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Помещения оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименование учебных аудиторий, перечень** | **Адрес (местоположение) учебных аудиторий** |
| Ауд. 2064 Учебная аудитория (для проведения занятий лекционного типа и занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации), оборудована мультимедийным комплексом.Специализированная мебель и оборудование: Учебная мебель на 90 посадочных мест, рабочее место преподавателя, доска меловая (3-х секционная) - 1 шт., кафедра - 1 шт., стол - 1 шт., стул - 2 шт., Компьютер Intel i3-2100 2.4 Ghz/500/4/Acer V193 19" - 1 шт., Колонки Hi-Fi PRO MASK6T-W (2 шт.) - 1 шт., Микшер-усилитель АА-120 Roxton - 1 шт., Микшер усилитель ТА-1120-1 шт. в комплекте с Behringer XM8500 ULTRAVOICE - 1 шт., Экран с электроприводом ScreenMedia Champion 244х183см (SCM-4304) - 1 шт., Проектор NEC М350 Х с дополн. компл. - 1 шт., Стол преподавателя размер столешницы 1200\*750мм - 1 шт. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: мультимедийные приложения к лекционным курсам и практическим занятиям, интерактивные учебно-наглядные пособия. | 191023, г. Санкт-Петербург, ул. Канал Грибоедова, 30/32, литер «А», «Б», «Р» |
| Ауд. 2020 Компьютерный класс (для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ) с применением вычислительной техники). Оборудован мультимедийным комплексом.Специализированная мебель и оборудование: Учебная мебель на 25 посадочных мест, рабочее место преподавателя , доска маркерная на колесиках 2 шт., стол 1шт., стул 6шт., жалюзи 2шт., вешалка стойка 2шт.Компьютер Intel I5-7400/16Gb/1Tb/ видеокарта NVIDIA GeForce GT 710/Монитор DELL S2218H - 25 шт., Шкаф телекоммуникационный настенный ЦМО ШРН-Э-6.650 - 1 шт., , Коммутатор ProCurve Switch 2626 - 1 шт., Мультимедийный проектор Optoma x 400 - 1 шт., Экран подпружинен.ручной MW Cinerollo 200х200см (S/N) - 1 шт. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: мультимедийные приложения к лекционным курсам и практическим занятиям, интерактивные учебно-наглядные пособия. | 191023, г. Санкт-Петербург, ул. Канал Грибоедова, 30/32, литер «А», «Б», «Р» |
| Ауд. 2021 Лаборатория "Лабораторный комплекс"Специализированная мебель и оборудование: Учебная мебель на 22 посадочных места (22 компьютерных стола, черных кресел 22шт.) Учебная мебель на 42 посадочных мест (парт 21 шт.,) рабочее место преподавателя (компьютерный стол 1шт.)доска, меловая 3-х секционная 1шт., доска маркерная на колесиках 1 ш., часы 1 шт., кафедра 1шт., стол 1шт., тумбочка 1шт., стул изо 4шт., вешалка стойка 2шт., жалюзи 3шт. Компьютер i5-8400/8GB/500GB\_SSD/Viewsonic VA2410-mh - 23 шт., Установка демонстрационных учебных фильмов - 1 шт., Компьютер в комплектации системный блок Intel pentium x2 g3250 клавиатура+мышь L (жесткий диск500gb,монитор philips 21.5') - 1 шт. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: мультимедийные приложения к лекционным курсам и практическим занятиям, интерактивные учебно-наглядные пособия. | 191023, г. Санкт-Петербург, ул. Канал Грибоедова, 30/32, литер «А», «Б», «Р» |
| Ауд. 2023 Компьютерный класс (для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ) с применением вычислительной техники). Оборудован мультимедийным комплексом.Специализированная мебель и оборудование: Учебная мебель на 48 посадочных мест, рабочее место преподавателя (компьютерный стол - 1 шт.), доска маркерная на колесиках - 1 шт., доска маркерная 3-х секционная - 1 шт., кафедра - 1 шт., стол - 1 шт., стул изо - 7 шт., стул -1 шт., жалюзи -3 шт., Компьютер i5-8400/8GB/500GB\_SSD/Viewsonic VA2410-mh -34 шт., Коммутатор Cisco Catalyst 2960-48PST-L (в т.ч. Сервисный контракт SmartNet CON-SNT-2964STL) - 1 шт., Точка беспроводного доступа Wi-Fi Тип1 UBIQUITI UAP-AC-PRO - 1 шт., Проектор NEC М350 Х - 1 шт., Коммутатор локальной вычислительной сети (48 портов) Cisco WS-C2960+48PST-L - 1 шт., Коммутатор ProCurve Switch 2626 - 1 шт., Компьютер Intel pentium x2 g3250 /500gb/монитор philips 21.5' - 1 шт., IP видеокамера Ubiquiti - 1 шт., Беспроводная точка доступа/UNI FI AP PRO/Ubiquiti - 1 шт. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: мультимедийные приложения к лекционным курсам и практическим занятиям, интерактивные учебно-наглядные пособия. | 191023, г. Санкт-Петербург, ул. Канал Грибоедова, 30/32, литер «А», «Б», «Р» |
| Ауд. 2052 Учебная аудитория (для проведения занятий лекционного типа и занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации), оборудована мультимедийным комплексом.Специализированная мебель и оборудование: Учебная мебель на 88 посадочных мест, рабочее место преподавателя, доска меловая (3-х секционная) - 1 шт., кафедра - 1 шт., стол - 2 шт., стул - 2 шт., Компьютер Intel i3-2100 2.4 Ghz/500/4/Acer V193 19" - 1 шт., Мультимедийный проектор Тип 2 Panasonic PT-VX610Е - 1 шт., Экран с электроприводом ScreenMedia Champion 244х183см SCM-4304 - 1 шт., Экран подпружиненный ручной MW Cinerollo 200\*200см - 1 шт., Мультимедийный проектор Тип 2 Panasonic PT-VX610Е - 1 шт. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: мультимедийные приложения к лекционным курсам и практическим занятиям, интерактивные учебно-наглядные пособия. | 191023, г. Санкт-Петербург, ул. Канал Грибоедова, 30/32, литер «А», «Б», «Р» |

# **7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться со следующими документами:

* учебно-методической документацией;
* локальными нормативными актами, регламентирующими основные вопросы организации и осуществления образовательной деятельности, в том числе регламентирующие порядок проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся;
* графиком консультаций сотрудников профессорско-преподавательского состава.

Уровень и глубина освоения дисциплины определяются активной и систематической работой обучающихся на лекционных занятиях, занятиях семинарского типа, выполнением самостоятельной работы, в том числе в части выделения наиболее значимых и актуальных проблем для дальнейшего изучения. Особым условием качественного освоения дисциплины является эффективная организация труда, позволяющая распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком учебного процесса.

При подготовке к учебным занятиям обучающимся предоставляется возможность посещения консультаций сотрудников профессорско-преподавательского состава СПбГЭУ согласно расписанию, установленному в графике консультаций.

Аудиторная и внеаудиторная работа обучающихся должна быть направлена на формирование:

* фундаментальных основ мировоззрения обучающихся и естественнонаучного познания;
* базисных знаний, соответствующих направлению подготовки и заявленной профессиональной области, формирующих целевую и профессиональную основу для подготовки кадров;
* профессиональных компетенций ориентированных на удовлетворение потребностей рынка труда;
* индивидуальной траектории посредством освоения уникального набора профессиональных компетенций дополняющих компетентностную модель обучающегося, за счет ориентации на конкретные профессиональные специализированные области знаний, определяемые представителями рынка труда;
* метанавыков обучающихся, таких как: командная работа и лидерство, анализ данных, цифровые навыки, разработка и реализация проектов, межкультурное взаимодействие.

# **8. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

В целях освоения учебной программы дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья Университет обеспечивает:

– для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению: размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий; присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

– для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху: надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;

– для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата: возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения кафедры, а также пребывание в указанных помещениях.

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья. Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

# **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

## **1.1 Контрольные вопросы и задания к промежуточной аттестации**

1. Определение экстремума функции. Локальный и глобальный экстремум. Унимодальная функция.

2. Безусловный экстремум. Необходимое условие экстремума первого рода. Стационарная точка. Точка перегиба, седловая точка. Матрица Гессе. Знакоопределенность квадратной матрицы, условия Сильвестра. Необходимое условие экстремума второго рода. Достаточное условие экстремума. Направления убывания и возрастания. Связь между направлениями убывания/возрастания и скалярным произведением градиента целевой функции.

3. Множество возможных направлений и множество убывания/возрастания. Теорема о пересечении множества убывания/возрастания и множества возможных направлений. Теорема Вейерштрасса.

4. Классическая задача условной оптимизации. Соотношение между числом переменных и числом ограничений в классической задаче оптимизации. Допустимая окрестность.

5. Метод множителей Лагранжа. Идея метода. Функция Лагранжа. Правило множителей Лагранжа (необходимые условия экстремума первого рода). Стационарная точка классической задачи оптимизации. Условия регулярности. Матрица Гессе функции Лагранжа. Необходимые условия экстремума второго рода. Достаточные условия экстремума. Достаточные условия экстремума в терминах матрицы Гессе функции Лагранжа. Экономическая интерпретация множителей Лагранжа.

6. Метод Якоби. Условный градиент. Анализ чувствительности методом Якоби.

7. Общая, каноническая и стандартная формы задачи линейного программирования. Приведение задачи к каноническому и стандартному виду. Базисные и свободные переменные. Допустимое, базисное и оптимальные решения. Вид множества допустимых и базисных решений. Связь между оптимальным и базисными решениями. Невырожденная и вырожденная задачи линейного программирования. Метод перебора.

8. Симплекс-метод. Монотонность симплекс- метода.

9. Трудности в определении начального базисного решения. Метод штрафа. Двухэтапный метод.

10. Табличный алгоритм симплекс-метода.

11. Построение двойственной задачи линейного программирования. Основное неравенство двойственности. Критерий оптимальности Канторовича. Теоремы, связывающие между собой решения прямой и двойственной задач. Теорема о дополняющей нежесткости. Определение решения двойственной задачи по решению прямой задачами и наоборот. Двойственный симплекс-метод. Введение дополнительного ограничения в задаче линейной оптимизации.

12. Смысл анализа чувствительности. Статус ресурса. Изменение запаса ресурса. Ценность ресурса. Изменение коэффициентов целевой функции. Экономическая интерпретация переменных двойственной задачи.

13. Постановка транспортной задачи. Транспортная таблица. Сбалансированная и несбалансированная транспортная задачи. Методы балансировки транспортной задачи. Свободные и базисные клетки.

14. Метод северо-западного угла. Метод минимального элемента. Метод Фогеля.

15. Цикл в транспортной таблице. Цена цикла.

16. Распределительный метод улучшения плана перевозок.

17. Вырожденный план транспортной задачи.

18. Метод потенциалов: теория метода, платежи, псевдостоимость, правило вычисления платежей.

19. Несбалансированная транспортная задача.

20. Введение дополнительных ограничений

21. Транспортная задача по критерию времени.

22. Транспортная модель с промежуточными пунктами

23. Модель производства с запасами

24. Задача о кратчайшем пути

25. Задача о назначениях

26. Венгерский метод в задаче о назначениях и в задаче о кратчайшем пути

27. Метод ветвей и границ.

28. Метод Гомори (метод отсекающих плоскостей).

29. Понятие экстремума в случае многокритериальной задачи оптимизации

30. Метод компромиссной переменной

31. Метод последовательных уступок

32. Метод рвных отклонений

33. Метод весовых оценок

34. Выпуклое множество. Определение и сопутствующие теоремы. Относительная внутренность множества, относительно открытое множество.

35. Выпуклая и вогнутая функции. Определения и сопутствующие теоремы. Дифференциальный критерий выпуклости функции.

36. Выпуклая задача оптимизации. Способы задания допустимого множества, ограничения. Прямые ограничения. Постановка задачи. Условие выпуклости множества допустимых решений (теорема 3.1).

37. Необходимое условие экстремума в задаче выпуклой оптимизации (теорема 3.2) и частные случаи. Достаточное условие экстремума (теорема 3.3).

38. Единственность точки экстремума в выпуклой задаче оптимизации (теорема 3.4 и 3.5).

39. Общая (неклассическая) постановка задачи оптимизации. Функция Лагранжа. Необходимые условия экстремума в форме принципа Лагранжа (теорема 3.6), частные случаи, условия Куна – Таккера, условия дополняющей нежесткости (лемма 3.12). Достаточные условия экстремума (теорема 3.7).

40. Необходимые условия экстремума Куна – Таккера (теорема 3.8). Условие Слейтора и модифицированное условие Слейтора.

41. Необходимые и достаточные условия экстремума Куна – Таккера в дифференциальной форме (теорема 3.9). Лемма 3.13.

42. Теорема 3.10. Вектор Куна-Таккера.

43. Достаточное условие существования вектора Куна-Таккера (теорема 3.11).

44. Двойственная задача к задаче минимизации. Выпуклость двойственной задачи (теорема 3.12).

45. Основное неравенство двойственности для задачи выпуклой оптимизации (теорема 3.13).

46. Теорема двойственности для задачи выпуклой оптимизации (теорема 3.14).

47. Связь между решением прямой и двойственной задач выпуклой оптимизации (теорема 3.15).

48. Теорема Куна – Таккера в форме двойственности (теорема 3.16).

49. Теорема Куна – Таккера в терминах “седловой точки” (теорема 3.17).

50. Теорема об условиях одновременного достижения экстремума в прямой и двойственной задачах (теорема 3.18).

51. Выпуклая задача квадратичной оптимизации.

52. Общая постановка задачи оптимизации. Целевая функция, допустимое множество, управляемые переменные.

53. Точность итерационного процесса.

54. Метод градиента.

55. Метод Ньютона-Рафсона.

56. Метод сопряженных направлений.

57. Методы внешней и внутренней точек.

58. Задача сетевого планирования. Работа, событие, путь.

59. Структурная таблица, ее упорядочивание.

60. Вспомогательные понятия теории графов.

61. Сетевой график комплекса работ (работа-вершина, вершина-событие). Диаграмма Ганта. Критические работы, критический путь. Некритические работы.

62. Ранний срок начала работы, поздний срок окончания работы, ранний срок окончания работы, поздний срок начала работы.

63. Резерв времени события, ранний срок свершения события, поздний срок свершения события.

64. Полный резерв времени работы, свободный резерв времени работы.

65. Линейный график работ.

66. Временной граф «вершина-событие».

67. Математическая модель сетевого планирования.

## **1.2 Темы письменных работ**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | Муравьиный алгоритм. |
| 2 | Генетический алгоритм. |
| 3 | Динамическое программирование |
| 4 | Оптимизационные методы в задачах управления запасами, включая динамическое программирование. |
| 5 | Рассмотрение алгоритмов для оптимизации сетевых процессов и потоков данных. |
| 6 | Методы оптимизации в задачах с дробно-линейными функциями |
| 7 | Рассмотрение оптимизационных подходов для синтеза и фильтрации сигналов в системах обработки. |
| 8 | Исследование применения имитации отжига к комбинаторной задаче коммивояжера. |
| 9 | Применение метода сопряженных градиентов к задачам большого размера и его преимущества перед градиентными методами. |
| 10 | Рассмотрение методов для многокритериальной оптимизации и их применение к задачам управления природными ресурсами. |
| 11 | Использование генетических алгоритмов для оптимизации компоновки сложных технических систем. |
| 12 | Оптимизация на графах: методы поиска кратчайшего пути и минимального остова. |
| 13 | Применение энтропийных методов в задачах кластеризации данных и обработке информации. |
| 14 | Сравнение различных стратегий изменения шага в методе градиентного спуска на примере сложных функций. |
| 15 | Исследование распределенных алгоритмов, таких как ADMM, и их применение в задачах управления в сети. |
| 16 | Применение методов оптимизации в биомеханике для решения обратных задач в механике движения. |
| 17 | Разработка и тестирование эволюционных алгоритмов (генетический алгоритм, метод роя частиц) для решения задач, требующих оптимизации нелинейных функций. |
| 18 | Рассмотрение методов для оптимизации негладких функций, таких как метод субградиента, и применение их к задачам в экономике или логистике. |
| 19 | Разработка и тестирование эволюционных алгоритмов (генетический алгоритм, метод роя частиц) для решения задач, требующих оптимизации нелинейных функций. |
| 20 | Разработка и тестирование эволюционных алгоритмов (генетический алгоритм, метод роя частиц) для решения задач, требующих оптимизации нелинейных функций. |
| 21 | Изучение и экспериментальное тестирование методов глобальной оптимизации (таких как метод отжига, генетические алгоритмы) на различных тестовых функциях. |

## **1.3 Контрольные точки**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер контрольной точки** | **Тип контрольной точки** | **Способ проведения** | **Номера тем** |
| 1 | Расчетно-практическая работа | письменно | 1-7 |
| 2 | Расчетно-практическая работа | письменно | 8,10-13 |
| 3 | Текущий контроль | с помощью технических средств и информационных систем | 14-15 |

## **1.4 Другие объекты оценивания**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Рабочей программой дисциплины не предусмотрено. |

## **1.5 Самостоятельная работа обучающегося**

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименования самостоятельной работы** | **Номера тем** |
| Выполнение домашних заданий | 1-8,10-15 |
| Подготовка к лекционным и практическим занятиям | 1-8,10-15 |
| Подготовка к экзамену | 1-15 |
| Курсовое проектирование | 1-15 |

## **1.6** **Шкала оценивания результата**

Шкалы оценивания и процедуры оценивания результатов обучения **по дисциплине** регламентируются Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования и Положением о балльно-рейтинговой системе.

Для оценки сформированности результатов обучения по дисциплине используется **балльно-рейтинговая система успеваемости обучающихся**:

Формой итогового контроля по дисциплине является экзамен (или дифференцированный зачет), итоговая оценка формируется в соответствии со шкалой, приведенной ниже в таблице:

|  |  |
| --- | --- |
| Баллы | Оценка |
| <=54 | неудовлетворительно |
| 55-69 | удовлетворительно |
| 70-84 | хорошо |
| >=85 | отлично |

**Шкала оценивания результата**

|  |  |
| --- | --- |
| 2 (балл до 54) | Демонстрирует непонимание проблемы. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены.  Демонстрируется первичное восприятие материала. Работа незакончена и /или это плагиат. |
| 3 (балл 55-69) | Демонстрирует частичное понимание проблемы. Большинство требований, предъявляемых, к заданию выполнены.  Владение элементами заданного материала. В основном выполненный материал понятен и носит целостный характер. |
| 4 (балл 70-84) | Демонстрирует значительное понимание проблемы обозначенной дисциплиной. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.  Содержание выполненных заданий раскрыто и рассмотрено с разных точек зрения. |
| 5 (балл 85-100) | Демонстрирует полное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.  Продемонстрировано уверенное владение материалом дисциплины. Выполненные задания носят целостных характер, выполнены в полном объеме, структурированы, представлены различные точки зрения, продемонстрирован творческий подход. |