

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный экономический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности
Шубаева В.Г./

«24» сентября 2023 г.

Проект: Алгоритмы оптимизации на графах
Рабочая программа дисциплины
(реализуемой в форме практической подготовки)

Направление подготовки/	01.04.02 Прикладная математика и информатика
Специальность	
Направленность (профиль)	Математическое и компьютерное моделирование в
программы/	экономике и управлении
Специализация	
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	очная
Год набора	2023

Составитель(и):
Старший преподаватель, Васильев Юрий Михайлович
д.техн.н, Фридман Григорий Морицович

Виды контроля в семестрах:	
Дифференцированный зачет: семестр 3	
Часов по учебному плану	180
в том числе:	
контактная работа	48
самостоятельная работа	132
практическая подготовка	28
часов на контроль	0

Распределение часов дисциплины:	
Семестр:	3
Вид занятий	Часы
Лекционные занятия	20
Практические занятия (практическая подготовка)	28
Лабораторные работы	
Итого аудиторных часов	48
Самостоятельная работа	132
Часы на контроль	0
Итого академических часов	180
Общая трудоемкость в зачетных единицах	5

Санкт-Петербург
2023

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	3
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
5. ПРОЕКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ	5
6. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	6
8. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ	8
9. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	8

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель:	Начальное формирование у студента точки зрения аналитика, способного сделать обоснованный выбор методов, алгоритмов и программных средств при решении задач разного типа, умеющего определить критерии этого выбора и увязать принятые решения в единую систему.
--------------	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В Проект: Алгоритмы оптимизации на графах относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1..

Реализация дисциплины, как компонента образовательной программы, осуществляется в форме практической подготовки путем непосредственного выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Код и наименование компетенции выпускника	Код и наименование индикаторов достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-2 - Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.2 - Проектирует реализацию конкретных задач путем определения оптимальных способов решения и выбора ресурсного обеспечения для достижения поставленной цели.	Знать: основные подходы к оптимизации управленческих и проектных решений. Уметь: применять основные методы решения задач по повышению эффективности бизнес-процессов. Владеть: основными методами и алгоритмами оптимизации управленческих и проектных решений.
ПК-3 - Способен выполнять анализ существующих и разрабатывать новые математические модели для решения задач в области экономики и управления с использованием современных оптимизационных подходов и инструментальных	ПК-3.1 - Применяет современные инструментальные средства для программной реализации оптимизационных алгоритмов	Знать: основные подходы построения математических моделей для решения задач в области экономики и управления. Уметь: применять основные методы решения задач оптимизации. Владеть: основными методами и алгоритмами решения усложненных оптимизационных задач с их применением в нетипичных ситуациях.

средств		
---------	--	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Этапы реализации дисциплины	Содержание этапа
1	Тема 1. Задача коммивояжера.	Гамильтонов цикл. Задача о кратчайшем пути в графе. Симметричная задача коммивояжера. Ассиметричная задача коммивояжера. Алгоритмы оценки нижней границы значения целевой функции симметричной задачи коммивояжера. Конструктивные эвристики. Улучшающие эвристики. Алгоритмы локальной оптимизации. Алгоритм Лина-Кернигана. Алгоритм имитации отжига.
2	Тема 2. Остовное дерево.	Остовное дерево. Задача построения минимального остовного дерева. Построение минимального остовного дерева как задача целочисленного программирования. Алгоритм Прима. Алгоритм Краскала. Применение остовного дерева для решения задачи коммивояжера.
3	Тема 3. Задача нескольких коммивояжеров.	Задача нескольких коммивояжеров. Задача нескольких коммивояжеров с временными окнами. Задача нескольких коммивояжеров с временными окнами с минимизацией суммарного времени на выполнение маршрутов. Задача нескольких коммивояжеров с временными окнами с сокращенным числом переменных.
4	Тема 4. Задача коммивояжера с зависимостью от времени.	Задача коммивояжера с зависимостью от времени. Алгоритмы поиска в глубину и в ширину. Алгоритм поиска по лучу. Задача коммивояжера с зависимостью от времени на разреженной матрице расстояний. Алгоритм Дейкстры. Алгоритм поиска с возвратом. Обобщенная задача коммивояжера. Обобщенная задача коммивояжера с зависимостью от времени.
5	Тема 5. Задачи маршрутизации транспорта.	Задача маршрутизации транспорта с ограничением по грузоподъемности. Задача маршрутизации транспорта с временными окнами. Задача маршрутизации транспорта с разделенными поставками.
6	Тема 6. Продвинутое задачи маршрутизации транспорта.	Многокритериальная задача маршрутизации транспорта с

		временными окнами. Решение задачи с использованием метода взвешенной суммы критериев оптимизации. Решение задачи с использованием метода изменения ограничений. Задача периодической маршрутизации транспорта. Задача маршрутизации транспорта с разделенными поставками, временными окнами для многих продуктов с ограничением на совместную перевозку.
7	Тема 7. Неточные алгоритмы решения задач маршрутизации транспорта.	Решение задачи маршрутизации транспорта с ограничением по грузоподъемности с использованием генетического и муравьиного алгоритмов. Решение многокритериальной задачи маршрутизации транспорта с использованием генетического и муравьиного алгоритмов. Решение задачи периодической маршрутизации транспорта с использованием гибридного алгоритма на базе алгоритма поиска с запретами.

5. ПРОЕКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Реализация дисциплины осуществляется в виде проектной работы обучающихся и предусматривает возможность частичной реализации дисциплины за пределами территории университета на базе профильной организации, с которой заключен договор о практической подготовке по данной ОПОП. Выбор конкретных заданий зависит от специфики деятельности профильной организации.

6. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методическое обеспечение

Библиографическое описание издания (автор, заглавие, вид, место и год издания, кол. стр.)	Электронные ресурсы
Клековкин, Геннадий Анатольевич Теория графов. Среда MaXima : учебное пособие для спо / Г. А. Клековкин. 2-е изд. Электрон. дан. Москва : Юрайт, 2022 133 с (Профессиональное образование) URL: https://urait.ru/bcode/493004 (дата обращения: 16.06.2022). Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей ЭБС Юрайт ISBN 978-5-534-10087-7	https://urait.ru/viewer/teoriy ... fov-sreda-maxima-492707#page/1
Фридман, Григорий Морицович Математика & Mathematica : избр. задачи для избр. студентов / Г.М.Фридман, С.Н.Леора Электрон. текстовые дан. (1 файл : 210 Мб) Санкт-Петербург : Невский	https://opac.unecon.ru/elibrar ... B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0.pdf

диалект : [БХВ-Петербург], 2010 Загл. с титул. экрана Имеется печ. аналог Авторизованный доступ по паролю ЭБ ОРАС.UNECON.RU ISBN 978-5-7940-0143-3	
Балдин, Константин Васильевич Математическое программирование : Учебник / Московский политехнический университет 2 Москва : Издательско-торговая корпорация "Дашков и К", 2018 218 с. ВО - ЭБС ZNANIUM ISBN 978-5-394-01457-4	https://znanium.com/read?id=100977

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

- 7-Zip
- LibreOffice
- ОС Альт образование 10
- Python
- Wolfram Mathematica

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

№	Наименование СПБД/ ИСС
1.	Электронная библиотека Grebennikon.ru – www.grebennikon.ru
2.	Научная электронная библиотека eLIBRARY – www.elibrary.ru
3.	Научная электронная библиотека КиберЛеника – www.cyberleninka.ru
4.	База данных ПОЛПРЕД Справочники – www.polpred.com
5.	База данных OECD Books, Papers & Statistics на платформе OECD iLibrary 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
12.	Электронная библиотека СПБГЭУ – opac.unecon.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ 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 оборудования и технических средств обучения	Адрес (местоположение) учебных аудиторий
<p>Ауд. 2058 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 56 посадочных мест, рабочее место преподавателя, доска маркерная - 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., Интерактивный проектор Epson EB-485Wi - 1 шт. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: мультимедийные приложения к лекционным курсам и практическим занятиям, интерактивные учебно-наглядные пособия.</p>	<p>191023, г. Санкт-Петербург, ул. Канал Грибоедова, 30/32, литер «А», «Б», «Р»</p>
<p>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 1 шт., стул 6 шт., жалюзи 2 шт., вешалка стойка 2 шт. 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 200x200см (S/N) - 1 шт. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: мультимедийные приложения к лекционным курсам и практическим занятиям, интерактивные учебно-наглядные пособия.</p>	<p>191023, г. Санкт-Петербург, ул. Канал Грибоедова, 30/32, литер «А», «Б», «Р»</p>

При прохождении дисциплины в форме практической подготовки в профильной организации обучающимся предоставляется возможность использовать помещения профильной организации, согласованные в договоре о практической подготовке, а также находящееся в них оборудование и технические средства обучения, необходимые для успешного выполнения отдельных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

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.

9. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценивание знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций осуществляется путем проведения процедур текущего контроля и промежуточной аттестации в соответствии с настоящим ФОС, рабочей программой дисциплины и ЛНА университета.

9.1 Задания для текущего контроля:

Задания для текущего контроля формируются в соответствии с паспортом проекта.

Номер контрольной точки	Тип контрольной точки	Способ проведения	Номера этапов реализации дисциплины
1	Проектно-аналитическая работа	с помощью технических средств и информационных систем	1-3
2	Проектно-	с помощью	4-7

	аналитическая работа	технических средств и информационных систем	
3	Текущий контроль	с помощью технических средств и информационных систем	1-7

Самостоятельная работа обучающегося:

Наименование самостоятельной работы	Номера этапов реализации дисциплины
Выполнение расчетных, аналитических, расчетно-графических и др. заданий	1-7
Подготовка к лекционным и практическим занятиям	1-7

Текущий контроль проводится в течение периода прохождения дисциплины.

9.2 Промежуточная аттестация

Результаты освоения дисциплины в форме практической подготовки оцениваются посредством проведения промежуточной аттестации путем защиты оформленных отчетов с возможным проведением процедур внутренней независимой оценки качества образовательной деятельности с привлечением практиков и независимых экспертов.

Порядок прохождения промежуточной аттестации регламентируется Положением о практической подготовке обучающихся, осваивающих основные профессиональные образовательные программы высшего образования, Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

9.3 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.

При необходимости для проведения промежуточной аттестации обучающихся по практике используются фонды оценочных средств, адаптированные для обучающихся с ОВЗ и инвалидов.