

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной
деятельности
Шубаева В.Г./
« 24 » мая 20 23 г.

Проект: Модели комбинаторной оптимизации
Рабочая программа дисциплины
(реализуемой в форме практической подготовки)

Направление подготовки/	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Специальность	
Направленность (профиль)	Прикладная математика и информатика в экономике и
программы/	управлении
Специализация	
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	очная
Год набора	2023

Составитель(и):
Старший преподаватель, Васильев Юрий Михайлович

Часов по учебному плану	180	Виды контроля в семестрах: Дифференцированный зачет: семестр 7
в том числе:		
контактная работа	64	
самостоятельная работа	116	
практическая подготовка	28	
часов на контроль	0	

Распределение часов дисциплины:

Семестр:	7
Вид занятий	Часы
Лекционные занятия	36
Практические занятия (практическая подготовка)	28
Лабораторные работы	
Итого аудиторных часов	64
Самостоятельная работа	116
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.....	9

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель:	Изучение теоретических и практических вопросов, возникающих в процессе решения оптимизационных комбинаторных задач; освоение основных приемов решения задач.
--------------	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В Проект: Модели комбинаторной оптимизации 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
ПК-4 - Способен выполнить анализ вариантов управленческих и проектных решений, их оптимизацию с учетом критериев эффективности, рисков и возможных последствий	ПК-4.1 - Анализирует варианты управленческих и проектных решений, используя математические модели и методы	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 строить модели для решения задач в области экономики и управления с использованием современных оптимизационных подходов и инструментальных средств	ПК-3.2 - Владеет современными методами построения математических моделей с использованием оптимизационных подходов	Знать: основные подходы и методы решения оптимизационных задач в условиях ограниченных ресурсов. Уметь: применять основные методы решения задач комбинаторной оптимизации. Владеть: основными методами и алгоритмами решения усложненных комбинаторных оптимизационных задач с их применением в нетипичных ситуациях.

УК-2 - Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.2 - Выбирает оптимальные способы решения задач, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Знать: современные подходы к постановке, моделированию и решению задач в предметной области методами прикладной математики и информатики. Уметь: применять современный математический аппарат к решению задач комбинаторной оптимизации. Владеть: навыками решения задач комбинаторной оптимизации с применением современного аналитического аппарата и информационных технологий.
---	--	---

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Этапы реализации дисциплины	Содержание этапа
1	Тема 1. Метод укладки иерархических графов.	Метод Сугиямы. Математические постановки задачи удаления циклов в ориентированном графе. Эвристические алгоритмы для решения задачи удаления циклов в ориентированном графе. Математическая постановка задачи назначения вершин ориентированного ациклического графа на слои. Эвристические алгоритмы для решения задачи назначения вершин ориентированного ациклического графа на слои. Математическая постановка задачи определения порядка вершин на слоях многослойного иерархического графа. Метод барицентров для решения задачи определения порядка вершин на слоях многослойного иерархического графа. Определение координат вершин иерархического графа. Применение метода Сугиямы для прорисовки схемы кооперации контрагентов.
2	Тема 2. Задача равномерного разбиения рейсов летного расписания авиакомпании.	Задача разбиения множества чисел. Жадный алгоритм и алгоритм Кармакара-Карпа. Задача разбиения множества векторов. Задача равномерного разбиения рейсов летного расписания авиакомпании.
3	Тема 3. Задача коммивояжера и ее расширения.	Симметричная задача коммивояжера. Асимметричная задача коммивояжера. Задача многих коммивояжеров. Задача многих коммивояжеров с временными окнами. Конструктивные и улучшающие алгоритмы для решения

		задачи коммивояжера.
4	Тема 4. Задача маршрутизации транспорта.	Задача маршрутизации транспорта с ограничениями на грузоподъемность. Задача маршрутизации транспорта с временными окнами. Периодическая задача маршрутизации транспорта (для вендинговых компаний). Алгоритм оценки нижней границы значения целевой функции для задач маршрутизации транспорта.
5	Тема 5. Метаэвристические алгоритмы для решения оптимизационных задач.	Обзор эволюционных алгоритмов (метаэвристика) для решения целочисленных оптимизационных задач в применении к ЗМТ: генетические алгоритмы; муравьиные алгоритмы; иммунные алгоритмы.
6	Тема 6. Оптимизационная задача производства.	Математическая постановка задачи построения расписания работы цеха. Решение задачи эвристическими алгоритмами.

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
Акулич, И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах [Электронный ресурс] / Акулич И. Л. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2021 352 с. Книга из коллекции Лань - Математика ЭБС Лань ISBN 978-5-8114-0916-7	https://e.lanbook.com/book/167896
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/catalog/document?id=100977
Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология : Учебное пособие / Вентцель Е.С. Электрон. дан. Москва : Юстиция,	https://book.ru/books/924288

2018 191 с. Режим доступа: book.ruInternet access ЭБС BOOK.ruISBN 978-5-4365-1925-8	
Фридман, Григорий Морицович Математика & Mathematica : избр. задачи для избр. студентов / Г.М.Фридман, С.Н.ЛеораЭлектрон. текстовые дан. (1 файл : 210 Мб)Санкт- Петербург : Невский диалект : [БХВ- Петербург], 2010 Загл. с титул. экрана Имеется печ. аналог Авторизованный доступ по паролю ЭБ ОРАС.UNECON.RUISBN 978-5-7940- 0143-3	https://opac.unecon.ru/elibrar ... B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0.pdf

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

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

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. 2015 Лаборатория "Лабораторный комплекс" Специализированная мебель и оборудование: Учебная мебель на 66 посадочных мест, рабочее место преподавателя, доска меловая односекционная - 3 шт., длинный стол - 2 шт., кафедра - 1 шт., стул изо - 12 шт., жалюзи - 3 шт., Компьютер Intel I5-7400/16Gb/1Tb/ видеокарта NVIDIA GeForce GT 710/Монитор DELL S2218H - 20 шт., Беспроводная точка доступа/UNI FI AP PRO/Ubiquiti - 1 шт., Интерактивный проектор Epson-EB-455Wi - 1 шт., Экран с электроприводом ScreenMedia Champion 244x183см SCM-4304 - 1 шт., Коммутатор ProCurve Switch 2626 - 1 шт., Кронштейн потолочный PRB-7 Screen Media - 1 шт., Мультимедийный проектор NEC ME402X - 1 шт., Шкаф телекоммуникационный настенный ЦМО ШРН-Э-6.650 - 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. 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')</p>	<p>191023, г. Санкт-Петербург, ул. Канал Грибоедова, 30/32, литер «А», «Б», «Р»</p>

- 1 шт. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: мультимедийные приложения к лекционным курсам и практическим занятиям, интерактивные учебно-наглядные пособия.	
Ауд. 2063 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 50 посадочных места, 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., Проектор Epson EB 410W - 1 шт., Интерактивная доска Interwrite DualBoard 1285 - 1 шт., Точка беспроводного доступа Wi-Fi Тип 2 UBIQUITI UAP-AC-HD - 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»

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-аналитическая работа	с помощью технических средств и информационных систем	4-6
3	Текущий контроль	с помощью технических средств и информационных систем	1-6

Самостоятельная работа обучающегося:

Наименование самостоятельной работы	Номера этапов реализации дисциплины
Выполнение расчетных, аналитических, расчетно-графических и др. заданий	1-6
Подготовка к лекционным и практическим занятиям	1-6

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. Продemonстрировано 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.

