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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной и методической работе
_____/Шубаева В.Г./
«20» июня 2018 г.

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

Рабочая программа дисциплины

Направление подготовки	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) программы	Прикладная математика и информатика в экономике и управлении
Уровень высшего образования	бакалавриат
Форма обучения	очная

Составитель:
_____/ к.ф.-м.н, доцент Фролькис В.А.

Санкт-Петербург
2018

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ 3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ 3
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ 3
4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ 4
5. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ 5
6. ЗАНЯТИЯ СЕМИНАРСКОГО ТИПА 6
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ 7
7.1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины 7
7.2. Организация самостоятельной работы 8
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 8
9. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 9
9.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины 9
9.2. Материально-техническое обеспечение учебного процесса 9
10. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ 10
11. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ 10

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель (цели) освоения дисциплины:

в получении обучающимися теоретических знаний по методам оптимизации и практических навыков построения формализованных математических моделей оптимальных решений и овладение методами их реализации с использованием компьютерных технологий;

– понимание различных проблем, связанных с теорией управления, хозяйственной деятельностью и экономической теорией, которые связаны с решением задач оптимизации.

– состоит в изучении методы решения задач оптимизации, их алгоритмов и основных численных методов, применяемых при решении задач линейного и нелинейного программирования.

– в развитие практических навыков построения формализованных математических моделей оптимизационных задач и овладение методами их решения с использованием компьютерных технологий.

Задачи:

– освоение «методов оптимизации», которые служат основой для практической реализации задач, встречающихся в теории управления, планирования, а также при решении других разнообразных проблем, связанных с принятием решения.

– ознакомление с основными типами математических моделей, используемых при принятии оптимальных управленческих решений, с типизацией и классификацией оптимизационных моделей, задач, методов;

– формирование теоретических и практических навыков формализованного описания задач оптимизации, построения оптимизационных моделей, применения математических методов для их анализа, интерпретации результатов решения;

– формирование навыков квалифицированного применения изученных методов для решения прикладных задач экономического содержания;

– ознакомление с современными инструментальными средствами, применяемыми для решения задач оптимизации экономических систем**.**

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.08 «Методы оптимизации» относится к вариативной части Блока 1 является обязательной для освоения обучающимся после выбора обучающимся направленности (профиля) программы.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции выпускника	Этапы формирования компетенций	Планируемые результаты обучения/индикаторы достижения компетенций (показатели освоения компетенции)
ПК-2 способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	ПК-2	Декомпозиция 3 Знать: теоретические основы оптимизационных задач; методы решения задач оптимизации; численные алгоритмы задач математического программирования З(III) (ПК-2) Уметь: ставить и формулировать задачи оптимизации; разрабатывать алгоритмы решения задач математического программирования; применять математические методы и вычислительную технику для решения практических задач У(III) (ПК-2) Владеть: численными методами решения задач оптимизации; навыками использования современных программных продуктов; навыками реализации и отладки алгоритмов оптимизации В(III) (ПК-2)
ПК-9 способностью составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы	ПК-9	Декомпозиция 2 Знать: методы сетевого планирования; способы представления сетевого графа; методы расчета на сетевом графе З(II) (ПК-9) Уметь: составить календарный план; составить задачу оптимизации на календарном плане; интерпретировать рассчитанный календарный план У(II) (ПК-9) Владеть: навыками самостоятельной научно-исследовательской и инженерной работы, вычисления календарного плана, оптимизации календарного плана с учетом ограничения имеющихся ресурсов В(II) (ПК-9)

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа, из которых 36 часов самостоятельной работы обучающегося отводится на подготовку и защиту экзамена.

Форма промежуточной аттестации: экзамен – 5 семестр.

Распределение фонда времени по темам дисциплины по очной форме обучения представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение фонда времени по темам дисциплины (очная форма обучения)

Номер и наименование тем	Объем дисциплины (ак. часы)			
	Контактная работа			СРО
	ЗЛТ	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5
1. Введение. Общая постановка задачи	2	2		2
2. Линейное программирование, симплекс метод	4	8		5

3. Двойственная задача линейного программирования	3	4		5
4. Анализ чувствительности	–	6		6
5. Транспортная задача	3	4		5
6. Основы классической теории оптимизации	2	6		10
7. Выпуклые модели оптимизации	2	4		10
8. Численные методы оптимизации	2	6		8
9. Целочисленное программирование	2	2		5
10. Генетические алгоритмы	2	2		5
11. Сетевое планирование	2	4		11
Всего по дисциплине:	**24**	**48**		**72**

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

5. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Введение. Общая постановка задачи

Введение в задачи оптимизации. Классификация задач математического программирования. Историческая справка. Принципы составления математической модели. Примеры задач оптимизации. Решение задачи оптимизации в рамках MSExcel.

Тема 2. Линейное программирование, симплекс метод

Математическая форма записи задачи линейного программирования. Графическое решение задачи оптимизации. Симплекс-метод - основной метод решения задачи линейного программирования. Определение первого базисного решения в задаче линейного программирования методом штрафа и двухэтапным методом. Табличный алгоритм симплекс-метода. Альтернативный табличный алгоритм симплекс-метод.

Тема 3. Двойственная задача линейного программирования

Построение двойственной задачи. Оценка оптимального значения целевой функции. Условия существования оптимального решения. Теоремы двойственности. Вычисление решения двойственной задачи по прямой и наоборот. Экономическая интерпретация переменных двойственной задачи. Двойственный симплекс-метод. Введение дополнительного ограничения.

Тема 4. Анализ чувствительности

Цель анализа чувствительности. Статус ресурса. Изменение запаса ресурса. Ценность ресурса. Изменение коэффициентов целевой функции.

Тема 5. Транспортная задача

Постановка задачи. Сбалансированная и несбалансированная транспортная задачи. Определение первого базисного плана методом северо-западного угла, методом минимального элемента и методом Фогеля. Вырожденный опорный план. Цикл пересчета в транспортной задаче и метод потенциалов. Транспортная задача с неправильным балансом. Транспортная задача по критерию времени. Транспортная модель с промежуточными пунктами. Многопродуктовая транспортная модель. Задача о назначениях как транспортная задача.

Тема 6. Основы классической теории оптимизации

Экстремум функции. Постановка задачи оптимизации. Условия существования безусловного экстремума. Классическая задача условной оптимизации. Метод множителей Лагранжа. Экономическая интерпретация множителей Лагранжа. Метод Якоби. Анализ чувствительности методом Якоби.

Тема 7. Выпуклые модели оптимизации

Выпуклое множество. Выпуклая и вогнутая функции. Выпуклая задача оптимизации. Алгоритм решения простых задач. Необходимые и достаточные условия Куна–Таккера. Основы теории двойственности. Выпуклая задача квадратичной оптимизации.

Тема 8. Численные методы оптимизации

Контроль точности. Идея градиентных методов. Метод наискорейшего спуска (метод градиента). Метод покоординатного спуска (метод релаксации). Метод Ньютона–Рафсона. Метод сопряженных направлений. Метод штрафных и барьерных функций.

Тема 9. Целочисленное программирование

Методы решения задач целочисленного программирования. Алгоритмы, реализующие метод отсекающих плоскостей. Метод ветвей и границ. Частичный перебор в задачах с булевыми переменными.

Тема 10. Генетические алгоритмы

Основные понятия и структуры генетических алгоритмов. Оптимизационные задачи.

Тема 11. Сетевое планирование

Задача планирования комплекса работ – постановка задачи. Прямая и обратная задачи. Структурная таблица. Ранг работы. Упорядочивание структурной таблицы. Сетевой граф работа-вершина. Сетевой граф вершина-событие. Диаграмм Ганта – временной сетевой граф, построенный на основе графа работа-вершина: критический путь, критические и некритические работы, критическое время выполнения комплекса работ, резервы времени работ, раннее время начала работы, позднее время завершения работы. Временной сетевой граф, построенный на основе графа вершина-событие: событие, резерв времени события, ранний срок свершения события, поздний срок свершения события, резерв времени работы, свободный резерв времени работы. Формальная запись задачи сетевого планирования. Задачи оптимизации плана комплекса работ.

6. ЗАНЯТИЯ СЕМИНАРСКОГО ТИПА

Таблица 6.1 – Практические занятия / Семинарские занятия / Лабораторные работы

№ темы	Тема занятий	Вид занятия / Оценочное средство
1	2	3
1	Различные примеры задач математического программирования	ПЗ: Решение практических задач
2.1 2.2 2.3 2.4 2.5	Составление линейной математической модели оптимизации Использование MSExcel для решения задач оптимизации Графическое решение задачи линейной оптимизации Симплекс-метод: алгебраический подход Симплекс-метод: табличный алгоритм	ПЗ: Решение практических задач
3.1 3.2 3.3 3.4	Построение двойственной задачи Определения решения двойственной задачи по прямой и наоборот Двойственный симплекс-метод Введение дополнительного ограничения	ПЗ: Решение практических задач
4.1 4.2	Определение статуса ресурса, изменение запаса ресурса Определение ценности ресурса	ПЗ: Решение практических задач

4.3	Изменение коэффициентов целевой функции	
5.1 5.2 5.3 5.4 5.5 5.6 5.7	Построение математической модели транспортной задачи Балансировка транспортной модели Определения начального базисного решения методом северо-западного угла, методом минимального элемента и методом Фогеля Устранение вырождения решения в начальном базисном плане Метод потенциалов Транспортная задача по критерию времени	ПЗ: Решение практических задач КТ№1
6.1 6.2 6.3	Определение безусловного экстремума функции на основе необходимых и достаточных условий. Определение условного экстремума функции на основе метода множителей Лагранжа, анализ чувствительности Определение условного экстремума функции на основе метода Якоби, анализ чувствительности	ПЗ: Решение практических задач
7.1 7.2	Реализация необходимых и достаточных условий Куна-Таккера Решение выпуклой задачи квадратичной оптимизации	ПЗ: Решение практических задач
8.1 8.2 8.3 8.4	Методов наискорейшего спуска (метод градиента) Метод покоординатного спуска (метод релаксации) Метод Ньютона – Рафсона Метод сопряженных направлений	ПЗ: Решение практических задач
9.1 9.2	Метод отсекающих плоскостей Метод ветвей и границ	ПЗ: Решение практических задач
10	Пример задачи	ПЗ: Решение практических задач КТ№2
11.1 11.2 11.3 11.4	Упорядочивание структурной таблицы Сетевой граф работа-вершина. Сетевой граф вершина-событие Диаграмм Ганта Временной сетевой граф на основе графа вершина-событие	ПЗ: Решение практических задач

*ПЗ – практические занятия, СЗ – семинарские занятия, ЛР – лабораторные работы

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

7.1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

Для формирования четкого представления об объеме и характере знаний и умений, которыми надо будет овладеть по дисциплине в самом начале учебного курса обучающийся должен ознакомиться с учебно-методической документацией:

– рабочей программой дисциплины: с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, перечнем знаний и умений, которыми в процессе освоения дисциплины должен владеть обучающийся,

– порядком проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации;

– графиком консультаций преподавателей кафедры.

Систематическое выполнение учебной работы на занятиях лекционных и семинарских типов, а также выполнение самостоятельной работы позволит успешно освоить дисциплину.

В процессе освоения дисциплины обучающимся следует:

– слушать, конспектировать излагаемый преподавателем материал;

– ставить, обсуждать актуальные проблемы курса, быть активным на занятиях;

– задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений;

– выполнять задания практических занятий полностью и установленные сроки.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, то обратится к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на занятиях семинарского типа.

Обучающимся, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющим письменного решения задач или не подготовившимся к данному занятию, рекомендуется не позже чем в 2 - недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме.

7.2. Организация самостоятельной работы

Под самостоятельной работой обучающихся понимается планируемая работа обучающихся, направленная на формирование указанных компетенций, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, без его непосредственного участия.

Методическое обеспечение самостоятельной работы при наличии обучающихся лиц с ограниченными возможностями представляется в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Виды самостоятельной работы по дисциплине представлены в таблице 7.2.1.

Таблица 7.2.1 – Организация самостоятельной работы обучающегося

№ темы	Вид самостоятельной работы
1	2
1 – 5	Решение задач по плану контрольной точки № 1
6 – 10	Решение задач по плану контрольной точки № 2
1 – 11	Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, практическим) и выполнение соответствующих заданий
1 – 11	Подготовка к экзамену

Каждый вид СРО, указанный в таблице 7.2.1 обеспечен методическими материалами.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

В преподавании дисциплины используются традиционные образовательные технологии в виде «Информационных лекций (темы №_1–11"», с использованием компьютерного и мультимедийного оборудования

Лекция-дискуссия (тема №_1);

Практические занятия проводятся на ПК.

9. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Таблица 9.1.1 – Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Библиографическое описание издания (автор, заглавие, вид, место и год издания, кол. стр.)	Основная/ дополнительная литература	Книгообеспеченность	
		Кол-во. экз. в библ. СПбГЭУ	Электронные ресурсы
1. Гончаров В.А. Методы оптимизации : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 191 с.	основная	–	ЭБС Юрайт
2. Сухарев А.Г. Методы оптимизации : учебник и практикум / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. — 3-е изд., испр. и доп. — Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 367 с.	основная	–	ЭБС Юрайт
3. Методы оптимизации : учебник и практикум / Ф.П. Васильев, М.М. Потапов, Б.А. Будак, Л.А. Артемьева ; под ред. Ф.П. Васильева. — Электрон. дан. — М. : Издательство Юрайт, 2019 — 375 с.	дополнительная	–	ЭБС Юрайт
4. Фролькис В.А. Введение в теорию оптимизации для экономистов. — 2-е изд. — Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2002 .— 314с.	дополнительная	8	
5. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология : учебное пособие .— 6-е изд. стер. — Электрон. дан. — Москва : Юстиция, 2018. — 191 с.	дополнительная	–	ЭБС BOOK.ru

Таблица 9.1.2 – Перечень современных профессиональных баз данных (СПБД)

№	Наименование СПБД
1	Электронная библиотека Grebennikon.ru – 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
5	База данных OECD Books, Papers & Statistics на платформе OECD iLibrary – www.oecd-ilibrary.org

Таблица 9.1.3 – Перечень информационных справочных систем (ИСС)

№	Наименование ИСС
1	Справочная правовая система КонсультантПлюс (инсталлированный ресурс СПбГЭУ или www.consultant.ru)
2	Справочная правовая система «ГАРАНТ» (инсталлированный ресурс СПбГЭУ или www.garant.ru)
3	Информационно-справочная система «Кодекс» (инсталлированный ресурс СПбГЭУ или www.kodeks.ru)
4	Электронная библиотечная система BOOK.ru - www.book.ru
5	Электронная библиотечная система ЭБС ЮРАЙТ – www.urait.ru
6	Электронно-библиотечная система ЗНАНИУМ (ZNANIUM) – www.znanium.com
7	Электронная библиотека СПбГЭУ– opac.unecon.ru

9.2. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных

консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Таблица 9.2.1 – Перечень программного обеспечения (ПО)

№ п/п	Наименование ПО
1	Microsoft Windows Professional (КОНТРАКТ № 244/20 «26» июня 2020 г)
2	Microsoft Office Professional (КОНТРАКТ № 244/20 «26» июня 2020 г)
3	7-Zip (freeware)
4	Wolfram Mathematica 12 (Сублицензионный договор № 328/20 от 20.08.2020г.)
5	Python 3.7.4 (freeware)

10. 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.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

11. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом и является приложением к рабочей программе дисциплины.