

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.О.31	Методы оптимизации
Учебный план:	ФГОС3++b010302-1_24-14.plx
Кафедра:	16 Прикладной математики и информатики
Направление подготовки: (специальность)	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Профиль подготовки: (специализация)	Прикладная математика и информатика
Уровень образования:	бакалавриат
Форма обучения:	очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
5	УП	17	51	76	36	5	Экзамен
	РПД	17	51	76	36	5	
Итого	УП	17	51	76	36	5	
	РПД	17	51	76	36	5	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утверждённым приказом Минобрнауки России от 10.01.2018 г. № 9

Составитель (и):

Кандидат технических наук, заведующий кафедрой

Ремизова И.В.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой прикладной математики и информатики

Ремизова И.В.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Ремизова И.В.

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области подготовки к самостоятельной постановке задач оптимизации, использованию соответствующего математического обеспечения для решения, применения методов оптимизации в практической деятельности и в научных исследованиях.

1.2 Задачи дисциплины:

- освоить студентами различных методов решения задач оптимизации и формирование у студентов практических навыков их использования;
- научить применению алгоритмов численных методов и основных инструментальных средств в области методов оптимизации для решения актуальных инженерных и экономических задач;
- получить навыки практической работы по решению оптимизационных задач.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Алгебра и геометрия

Математический анализ

Теория вероятностей и математическая статистика

Дискретная математика

Численные методы

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности
Знать: основные алгоритмы и способы применения методов оптимизации; современные способы применения методов оптимизации и круг задач, решаемых в пакетах программ Excel и MathCad.
Уметь: применять базовые пакеты прикладных программ в области методов оптимизации для решения современных задач профессиональной деятельности; применять современные алгоритмы методов оптимизации для решения прикладных задач профессиональной деятельности.
Владеть: навыками по математической формулировке практических задач, планированию этапов их решения, выбору оптимальных методов решения, проведению вычислений и обработке результатов вычислений; навыками практической реализации методов оптимизации, организации поиска решений в вышеуказанных пакетах программ, визуализации численных результатов, анализу точности полученных решений и их содержательной интерпретации.
ОПК-3: Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности
Знать: математические модели методов оптимизации, используемые для решения задач в области профессиональной деятельности.
Уметь: применять и модифицировать математические модели методов оптимизации для решения задач в области профессиональной деятельности.
Владеть: навыками применения и модификации математических моделей методов оптимизации для решения задач в области профессиональной деятельности.

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Задачи и методы оптимизации.	5				О
Тема 1. Математическая постановка задач оптимизации. Классификация методов оптимизации. Анализ экстремумов функций в задачах без ограничений и с ограничениями. Необходимые и достаточные условия существования экстремума функции одной и нескольких независимых переменных. Матрица Гессе. Условия положительной определенности квадратной матрицы.		2	6	8	
Тема 2. Анализ экстремумов функций в задачах без ограничений и с ограничениями. Исследование технологического процесса по математической модели и выбор оптимального технологического режима. Оптимизационная задача в инженерии		2	6	12	
Тема 3. Безусловная оптимизация. Постановка и классификация задач безусловной оптимизации. Основные определения. Классический метод определения экстремума функции. Одномерная оптимизация.		2	7	10	
Тема 4. Оптимизация функций нескольких переменных. Методы прямого поиска. Градиентные методы. Методы второго порядка. Условная оптимизация. Множители Лагранжа. Условия Куна–Таккера. Штрафные функции. Метод последовательной безусловной оптимизации Метод скользящего допуща		2	7	10	
Тема 5. Линейное программирование. Постановка задачи линейного программирования. Математическая модель линейного программирования. Графический метод решения задачи линейного программирования. Симплекс-метод. Порождение начального допустимого базисного решения.		2	7	8	

Тема 6. Двойственность в линейном программировании. Транспортная задача. Динамическое программирование. Принцип оптимальности Беллмана. Задача об оптимальном распределении ресурсов.		2	4	8	
Раздел 2. Основы вариационного исчисления.					
Тема 7. Простейшие задачи вариационного исчисления. Постановка задачи и уравнение Эйлера. Уравнение Эйлера в квадратурах. Обобщения простейшей задачи вариационного исчисления. Вариационные задачи с подвижными границами. Задача с подвижными концами. Задача с подвижными границами.		3	8	10	О
Тема 8. Вариационные задачи на условный экстремум. Прямые методы вариационного исчисления. Метод Ритца. Метод Канторовича. Метод Галёркина.		2	6	10	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	51	76	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		33,5	
Всего контактная работа и СР по дисциплине		70,5		109,5	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

5.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ОПК-3	1. Имеет представление о принципах постановки задач оптимизации; методике анализа математической модели задачи оптимизации; знает основы теории и методы решения задач оптимизации. 2. Демонстрирует применение математического аппарата оптимизации на практических примерах. 3. Использует методы разработки математических моделей задач оптимизации и оценивания их корректности, выбора метода и разработки алгоритма решения задачи, практической
ОПК-1	1. Излагает основные понятия и законы теории оптимизации; 2. Демонстрирует на практике как реализовать методы теории оптимизации: формализовать исходную проблему, построить математическую модель, решить модель, проверить адекватность модели и реализовать решение. 3. Способен выбирать и использовать при решении задач компьютерные технологии.

5.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание	

	предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу. Практическое задание выполнено в полном объеме с соблюдением требуемой последовательности действий, самостоятельно. Правильно выбраны параметры и оборудование. Выполнены условия и режимы, обеспечивающие получение правильных результатов и выводов.	
4 (хорошо)	Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки. Выполнены требования к оценке «отлично», но было допущено два-три недочета, не более одной негрубой ошибки и одного недочета.	
3 (удовлетворительно)	Ответ неполный, основанный только на лекционных материалах. При понимании сущности предмета в целом существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов. Практическое задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах.	
2 (неудовлетворительно)	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в задании.	

5.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

5.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 5	
1	Необходимое и достаточные условия существования экстремума функции одной и нескольких независимых переменных. Матрица Гессе.
2	Необходимые условия оптимальности в задаче с ограничениями. Функция Лагранжа. Квадратичная форма по правилу Сильвестра.
3	Задачи линейного программирования (ЛП). Характерные черты задач ЛП.
4	Методика решения задач ЛП графическим методом.
5	Симплексный метод решения задач линейного программирования
6	Алгоритм поиска опорного решения для симплексного метода решения задач линейного программирования.
7	Алгоритм поиска оптимального решения для симплексного метода решения задач линейного программирования.
8	Транспортная задача (ТЗ). Математическая постановка и алгоритм решения транспортной задачи.
9	Методы безусловной одномерной оптимизации. Постановка задачи. Необходимые и достаточные условия экстремума.
10	Унимодальные функции. Теорема.
11	Методы точечного оценивания. Метод квадратичной аппроксимации.
12	Методы точечного оценивания. Метод Пауэлла.
13	Методы точечного оценивания. Метод половинного деления.

14	Методы точечного оценивания. Метод Фибоначчи.
15	Условная оптимизация. Множители Лагранжа.
16	Оптимизация функций нескольких переменных. Метод прямого поиска.
17	Оптимизация функций нескольких переменных. Метод покоординатного спуска.
18	Поиск минимума функции нескольких независимых переменных методом покоординатного спуска.
19	Методы безусловной оптимизации функций нескольких переменных с использованием производных. Метод градиентного спуска. Алгоритм метода градиентного спуска.
20	Методы безусловной оптимизации функций нескольких переменных с использованием производных. Метод наискорейшего спуска. Алгоритм метода наискорейшего спуска.
21	Понятие функционала и вариации функции.
22	Постановка вариационной задачи с закрепленными концами.
23	Теорема. Необходимое условие локального экстремума функционала.
24	Уравнение Эйлера. Формулировка простейшей задачи вариационного исчисления.
25	Лемма Дюбуа-Реймона.
26	Уравнение Эйлера в квадратурах. Случаи интегрирования в квадратурах.
27	Функционалы от нескольких переменных. Необходимые условия экстремума таких функционалов.
28	Теорема об экстремальных функционалах от нескольких переменных.
29	Уравнение Эйлера-Пуассона
30	Функционалы от функций многих переменных. Уравнение Остроградского.
31	Задача с подвижными концами.
32	Задачи на условный экстремум. Задача Лагранжа
33	Прямые методы решения вариационных задач. Метод Рунге.
34	Прямые методы решения вариационных задач. Метод Канторовича.
35	Прямые методы решения вариационных задач. Метод Галёркина.

5.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

5.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Решить задачу аналитической градуировки датчика для критерия оптимальности, рассчитав коэффициенты градуировочной зависимости по экспериментальным данным.

Построить график теоретической зависимости для критерия F.

№ опыта 1 2 3 4 5

m, mA 0 5 8 14 18

Y, % 2 2.5 2.8 3.2 3.5

2. Необходимо исследовать функцию на экстремум.

$$z = 2x^3 - x^2y + 5x^2 - y^2$$

5.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

5.4.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☐ + Письменная ☐ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

5.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Возможность пользоваться справочными таблицами, калькулятором;
- Время на подготовку ответа 25 минут;
- Аттестация проводится в компьютерном классе.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
В. А. Липин	Методы оптимизации: учеб. пособие	М- во науки и высшего образования РФ, С.- Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2022	http://nizrp.narod.ru/metod/kaffizikollchem/1661991100.pdf
Потихонова В. В.	Исследование операций и методы оптимизации	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2021	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202124
Ахмадиев, Ф. Г., Гильфанов, Р. М.	Математическое моделирование и методы оптимизации	Москва: Ай Пи Ар Медиа	2022	https://www.iprbooks.hop.ru/116448.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Олейникова, С. А., Сергеева, Т. И., Сергеев, М. Ю.	Численные методы оптимизации	Воронеж: Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2021	https://www.iprbooks.hop.ru/118625.html
Олейникова, С. А.	Численные методы решения оптимизационных задач	Воронеж: Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2021	https://www.iprbooks.hop.ru/118626.html
Гайлит, Е. В.	Исследование операций и методы оптимизации. Элементы выпуклого и динамического программирования	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна	2020	https://www.iprbooks.hop.ru/118382.html
Ахмадиев, Ф. Г., Гильфанов, Р. М.	Математическое моделирование и методы оптимизации	Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ	2017	http://www.iprbookshop.ru/73309.html
Алексеев, Г. В., Холявин, И. И.	Численное экономико-математическое моделирование и оптимизация	Саратов: Вузовское образование	2019	http://www.iprbookshop.ru/79692.html
Палинчук, Н. Ф.	Методы оптимизации	Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ	2017	http://www.iprbookshop.ru/74404.html
Аттетков, А. В., Зарубин, В. С., Канатников, А. Н.	Методы оптимизации	Саратов: Вузовское образование	2018	http://www.iprbookshop.ru/77664.html
Мицель, А. А., Шелестов, А. А., Романенко, В. В.	Методы оптимизации	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники	2017	http://www.iprbookshop.ru/72127.html

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>

Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft Windows 8

Microsoft Office Professional 2013

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду