

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.16 Исследование операций и методы оптимизации

Учебный план: ФГОС3++b090303-12_24-14.plx

Кафедра: 1 Информационно-измерительных технологий и систем управления

Направление подготовки: 09.03.03 Прикладная информатика
(специальность)

Профиль подготовки: Искусственный интеллект в информационных системах
(специализация)

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				
4	УП	34	34	40	36	4	Экзамен
	РПД	34	34	40	36	4	
Итого	УП	34	34	40	36	4	
	РПД	34	34	40	36	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, утверждённым приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 922

Составитель (и):

к.т.н., доцент

Ремизова И.В.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой информационно-измерительных технологий и систем управления

Сидельников В.И.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Сидельников В.И.

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области науки "Исследование операций", для подготовки студентов к самостоятельной постановке задач оптимизации, использованию соответствующего математического обеспечения для решения, в том числе, типовых экстремальных задач для информационных систем.

1.2 Задачи дисциплины:

- освоить студентами различных методов решения задач оптимизации и формирование у студентов практических навыков их использования;
- освоить базовые знания алгоритмов и методов оптимизации; численные методы решения математических 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:

Алгоритмизация и программирование

Математика

Экономика

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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
Знать: основные методологические подходы к решению математических задач, возникающих в ходе практической деятельности.
Уметь: анализировать профессиональные задачи и процессы с применением методов математического моделирования и оптимизации.
Владеть: навыками работы с математическими методами и моделями оптимизации в рамках своей профессиональной деятельности.
ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;
Знать: основные понятия и принципы математического моделирования, сущность методов непрерывной и дискретной оптимизации
Уметь: применять системный подход и математические методы при формализации решения прикладных задач
Владеть: навыками применения базового инструментария методов оптимизации для решения теоретических и практических задач.
ОПК-6: Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования;
Знать: основные методологические и методические положения математического моделирования задач исследования операций, принципы имитационного моделирования и алгоритм метода статистических испытаний, методы принятия решений в условиях нечеткой информации
Уметь: анализировать информационные потоки, варианты реализации проектируемой системы и строить формальные математические модели простых экономических процессов
Владеть: навыками определения цели моделирования, построения концептуальной модели, разработки алгоритма, описывающего поведение системы, проведения экспериментов с моделью системы, расчета и оптимизации основных показателей результативности моделируемого объекта

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. Введение в исследование операций. Аналитические методы решения.	4				К
Тема 1. Понятие задачи оптимизации. Введение в исследование операций. Основные понятия и определения, классификация задач оптимизации. Этапы постановки задач оптимизации. Классификация и общая характеристика методов решения задач оптимизации. Классификация задач оптимизации, решаемых в системах контроля и управления производственными процессами.		4	2	6	
Тема 2. Аналитические методы решения задачи оптимизации с критерием оптимизации в виде функции скалярного или векторного аргумента. Понятия: глобальный, локальный, условный, безусловный экстремум. Необходимые и достаточные условия существования безусловного экстремума. Условный экстремум. Метод множителей Лагранжа. Геометрическая интерпретация необходимых условий существования условного экстремума. Достаточные условия существования условного экстремума. Общий алгоритм решения задач со смешанной системой ограничений.		7	5	7	
Раздел 2. Задачи линейного и нелинейного программирования					
Тема 3. Задачи линейного программирования. Методы решения. Математическая модель задачи линейного программирования (ЛП). Каноническая форма задачи ЛП. Приведение задачи ЛП к каноническому виду. Геометрическая интерпретация задачи ЛП. Симплексный метод решения задачи ЛП. Транспортная задача и метод потенциалов.		7	8	7	К
Тема 4. Задачи нелинейного программирования. Методы решения. Методы безусловной оптимизации. Классификация численных методов безусловной оптимизации. Методы прямого поиска, их характеристика, геометрическая интерпретация. Методы нулевого, первого и второго порядка. Оценка эффективности методов. Их достоинства и недостатки. Рекомендации по применению.		6	9	7	

Раздел 3. Решение прикладных задач оптимизации. Динамическое программирование				
Тема 5. Задачи динамического программирования. Методы решения. Особенности задачи динамического программирования (ДП). Условия применимости метода ДП. Принцип оптимальности Беллмана. Уравнение Беллмана. Алгоритм метода ДП. Примеры задач ДП с конечным и бесконечным периодом планирования.		6	6	7
Тема 6. Решение прикладных задач оптимизации информационных и производственных процессов. Выбор оптимального технологического режима работы отдельного агрегата. Задача аналитической градуировки датчика. Выбор параметров оптимальной настройки регулятора.		4	4	6
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		34	34	40
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		33,5
Всего контактная работа и СР по дисциплине		70,5		73,5

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
УК-2	1. Имеет представление о принципах постановки задач оптимизации; методике анализа математической модели задачи оптимизации. 2. Демонстрирует применение математического аппарата теории оптимизации 3. Использует методы разработки математических моделей задач оптимизации и оценивания их корректности, выбора метода и разработки алгоритма решения задачи, практической целесообразности задачи
ОПК-1	1. Знает основы теории решения задач оптимизации; аналитические и численные методы решения оптимизационных задач. 2. Показывает возможности формализации прикладных оптимизационных задач, формализации математических моделей для поставленных задач. 3. Использует методы линейного / нелинейного / динамического программирования как для теоретических так и для практических задач оптимизации.
ОПК-6	1. Понимает подходы к решению задач теории принятия решений, основы методов оптимизации и исследования операций, математического и имитационного моделирования. 2. Применяет различные методы оптимизации для анализа информационных потоков, оптимизации работы информационных систем. 3. Производит математические оптимизационные расчеты как вручную, так и с использованием ЭВМ для автоматизации задач принятия решений, оптимизации работы информационных систем и технологий.

5.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Ответ студента содержит: - глубокое знание программного материала, а также основного	Практическое задание выполнено в полном объеме с соблюдением требуемой последовательности действий,

	содержания лекционного курса; - знание концептуально-понятийного аппарата всего курса; - знание монографической литературы по курсу, а также свидетельствует о способности: - самостоятельно критически оценивать основные положения курса; - увязывать теорию с практикой. Оценка «отлично» не ставится в случаях систематических пропусков студентом занятий по неуважительным причинам, а также неправильных ответов на дополнительные вопросы преподавателя.	самостоятельно. Правильно выбраны параметры и оборудование. Выполнены условия и режимы, обеспечивающие получение правильных результатов и выводов.
4 (хорошо)	Ответ студента свидетельствует: - о полном знании материала по программе; - о знании рекомендованной литературы, а также содержит в целом правильное, но не всегда точное и аргументированное изложение материала. Оценка «хорошо» не ставится в случаях пропусков студентом семинарских и лекционных занятий по неуважительным причинам.	Выполнены требования к оценке «отлично», но было допущено два-три недочета, не более одной негрубой ошибки и одного недочета.
3 (удовлетворительно)	Ответ студента содержит: - поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; - затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии курса; - стремление логически четко построить ответ, а также свидетельствует о возможности последующего обучения.	Работа выполнена не полностью но объём выполненной части таков, что позволяет получить правильный результат и вывод; если в ходе выполнения приема были допущены ошибки.
2 (неудовлетворительно)	Ставится студенту, имеющему существенные пробелы в знании основного материала по программе, а также допустившему принципиальные ошибки при изложении материала.	Работа выполнена не полностью и объём выполненной части работ не позволяет сделать правильных выводов; если приемы выполнялись неправильно.

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 4	
1	Проблема оптимизации. Понятие математической модели задачи оптимизации.
2	Этапы решения задачи оптимизации.
3	Понятие области допустимых решений.
4	Классификация и сущность аналитических методов решения задачи оптимизации.
5	Общий алгоритм решения задачи с ограничениями.
6	Понятия: глобальный, локальный, условный, безусловный экстремум.
7	Необходимые и достаточные условия существования безусловного экстремума. Условный экстремум.
8	Метод множителей Лагранжа.
9	Классификация и сущность методов линейного программирования
10	Геометрическая интерпретация задач линейного программирования
11	Симплексный метод решения задач линейного программирования.
12	Алгоритм поиска опорного решения для симплексного метода решения задач линейного программирования.

13	Алгоритм поиска оптимального решения для симплексного метода решения задач линейного программирования.
14	Математическая постановка и алгоритм решения транспортной задачи.
15	Классификация и сущность методов решения задач нелинейного программирования.
16	Сущность методов решения задач нелинейного программирования нулевого порядка.
17	Сущность методов решения задач нелинейного программирования первого порядка.
18	Сущность методов решения задач нелинейного программирования второго порядка.
19	Динамическое программирование. Общая постановка задачи динамического программирования.
20	Классификация и сущность аналитических методов решения задач динамического программирования
21	Примеры задач ДП с конечным и бесконечным периодом планирования.
22	Прикладные задачи оптимизации производственных процессов.
23	Методы решения прикладных задач оптимизации производственных процессов.

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

При проведении экзамена время, отводимое на подготовку к ответу, составляет не более 30 мин. Запрещено пользоваться сотовым телефоном и подобными устройствами при сдаче экзамена.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
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.iprbookshop.ru/118382.html
Литвин, Д. Б., Мелешко, С. В., Мамаев, И. И.	Линейное программирование. Транспортная задача	Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, Сервисшкола	2017	http://www.iprbookshop.ru/76116.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Тим Рафгарден	Совершенный алгоритм. Жадные алгоритмы и динамическое программирование	Санкт-Петербург: Питер	2020	https://ibooks.ru/reading.php?short=1&productid=367982

Гайлит Е. В.	Методы оптимальных решений. Нелинейное программирование	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2020	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2020178
Кинторяк, Е. Н.	Исследование операций. Линейное программирование	Симферополь: Университет экономики и управления	2019	http://www.iprbookshop.ru/89485.html
Терушкина О. Б.	Методы прикладной математики. Линейное программирование	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2018	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2018114

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 Professional 10 Russian Upgrade OLPNL AcademicEdition

MicrosoftOfficeProfessional 2013

PTC Mathcad 15

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

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