

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Горбунов Алексей Александрович

Должность: Заместитель начальника университета по учебной работе

Дата подписания: 09.07.2025 11:42:55

Уникальный программный ключ:

286e49ee1471d400cc1f45539d51ed7bbf0e9cc7

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ**

Специальность

27.05.01 Специальные организационно-технические системы

Специализация

**«Информационно-аналитическая деятельность в специальных
организационно-технических системах»**

1. Цели и задачи дисциплины

Цели освоения дисциплины:

- формирование теоретических и практических знаний в области исследование операций и методов оптимизации;
- выработка приёмов и практических навыков решения задач организационного управления методами исследования операций с использованием современных информационных технологий.

Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины

Компетенции	Содержание
ОПК-2	ОПК-2. Способен формулировать задачи управления в специальных организационно-технических системах и обосновывать методы их решения

Задачи дисциплины:

- изучение основных положений теории исследования операций и методов оптимизации необходимых для решения задач управления;
- изучение состава и сущности математических методов решения задач исследования операций при количественном обосновании принимаемых решений;
- формирование практических навыков решения задач исследования операций.

2. Перечень планируемых результатов обучения дисциплины, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-2.1. Использует методы оптимизации, применяемые при решении задач управления в специальных организационно-технических системах	Знает методологические основы исследования операций и методов оптимизации в специальных организационно-технических системах; основные термины и определения; этапы исследования операций, методику IDEF0 разработки моделей исследования операций и оптимизации. Умеет использовать методы линейной, нелинейной, целочисленной, динамической и многокритериальной оптимизации, методы решения задач транспортного типа, сетевые методы исследования операций, методы сетевого планирования и управления в интересах решения типовых задач управления в специальных организационно-технических системах..
ОПК-2.2. Формулирует и решает задачи оптимального управления в специальных организационно-технических системах и обосновывает методы их решения.	Знает методы формулирования и обоснования решений задач оптимального управления в специальных организационно-технических системах, методы разработки математических

	моделей этих задач. Умеет разрабатывать математические модели задач линейной, нелинейной, целочисленной, динамической и многокритериальной оптимизации, методы решения задач транспортного типа, сетевые методы исследования операций, методы сетевого планирования и управления в интересах решения управления в специальных организационно-технических системах..
ОПК-2.3 Демонстрирует способность применения методов решения задач линейного, нелинейного, дискретного и динамического программирования, сетевого планирования и управления для обоснования принимаемых решений.	Демонстрирует навыки решения задач линейного, нелинейного, дискретного и динамического программирования, сетевого планирования и управления с помощью надстройки Excel «Поиск решения», программного приложения MS Project и их аналогов в ОС Astra Linux.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы специалитета по специальности **27.05.01 – Специальные организационно-технические системы**, специализация – **Информационно-аналитическая деятельность в специальных организационно-технических системах**.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам для очной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	з.е.	час.	по семестрам	
			5	6
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	6	216	108	108
Контактная работа		92	54	38
Лекции		34	20	14
Практические занятия		56	34	22
Лабораторные работы				
Консультации перед экзаменом		2		2
Самостоятельная работа		88	54	34
Курсовая работа				

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	з.е.	час.	по семестрам	
			5	6
Зачет				
Зачет с оценкой				
Экзамен		36		36

4.2. Тематический план, структурированный по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий для очной формы обучения

№ п/п	Наименование тем	Всего часов	Количество часов по видам занятий				Контроль	Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Консультация		
1	2	3	4	5	6		7	8
5 семестр								
	Раздел 1. Методы линейной и многокритериальной оптимизации							
1	Тема №1. Методологические основы исследования операций и методов оптимизации.	8	4					4
2	Тема №2. Линейное программирование. Основы теории	28	4	10				14
3	Тема №3. Элементы теории двойственности в линейном программировании	12	2	4				6
4	Тема 4. Транспортные задачи	20	4	8				10
5	Тема 5. Целочисленные задачи.	16	2	6				8
6	Тема 6. Многокритериальная оптимизация	24	4	6				12
	Зачет	+					+	
	Итого за 1 раздел	108	20	34				54
	Итого за 5 семестр	108	20	34				54
6 семестр								
	Раздел 2. Методы нелинейной оптимизации и сетевые методы исследования операций							

7	Тема 7. Методы решения задач математического программирования с ограничениями в виде равенств	8	2	2				4
8	Тема 8. Методы решения задач математического программирования с ограничениями в виде неравенств	24	2	10				10
9	Тема 9. Численные методы решения задач математического программирования	8	2	2				4
10	Тема 10. Динамическое программирование	8	2	2				4
11	Тема 11. Сетевые методы исследования операций	12	2	4				6
12	Тема 12. Теория поиска	12	4	2				6
13	Консультация	2				2		2
	Экзамен	36					36	
	Итого за 2 раздел	108	14	20		2	36	36
	Итого за 6 семестр	108	14	20		2	36	36
	Всего за 5, 6 семестр	216	34	54		2	36	90

4.3 Содержание дисциплины для обучающихся очной формы обучения

Раздел 1. Методы линейной и многокритериальной оптимизации

Тема 1. Методологические основы исследования операций и методов оптимизации.

Лекция 1.1. Вводная. Цели, задачи, объем, структура и содержание дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации». Методические рекомендации по изучению дисциплины. Основные термины и определения.

Самостоятельная работа. Роль и задачи дисциплины в процессе подготовки бакалавра по направлению подготовки 27.03.03 – «Системный анализ и управление».

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1].

Лекция 1.2. Методологические основы исследования операций и методов оптимизации. Модели, задачи и этапы исследования операций. Методика *IDEFO* разработки моделей исследования операций. Классификация методов исследования операций.

Самостоятельная работа. Классификация задач исследования операций и методов оптимизации. Классификация задач по назначению. Классификация методов оптимизации по виду целевой функции и системы ограничений.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1, 2].

Тема 2. Линейное программирование. Основы теории.

Лекция 2.1. Линейное программирование (основы теории). Постановка задачи линейного программирования. Графический метод решения задачи линейного программирования. Ограничения на решение задач линейного программирования графическим методом. Стандартная форма записи задач линейного программирования.

Самостоятельная работа. Методы определения начального допустимого решения задачи линейного программирования. Методы определения допустимости и оптимальности решения задачи линейного программирования.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1].

Лекция 2.2. Теоретические основы алгебраических методов решения задач линейного программирования. Приведение задачи линейного программирования к стандартной форме. Базис и базисное решение задачи линейного программирования. Структура области допустимых решений.

Самостоятельная работа Элементы матричной алгебры. Ранг матрицы системы ограничений задачи линейного программирования. Соответствие между вершинами многоугольника области допустимых решений и базисными решениями. Понятие выпуклого многоугольника области допустимых решений.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1,2];

Дополнительная литература: [1].

Практическое занятие 2.3. Симплексный метод решения задач линейного программирования. Методы определения начального допустимого решения задачи линейного программирования. Определение допустимости и оптимальности решения, полученного в ходе очередной итерации. Способы преобразования задачи линейного программирования в ходе итераций при решении ее симплексным методом.

Самостоятельная работа.

Освоить назначение надстройки Excel «Поиск решения» и методику ее использования при решении задач линейного программирования.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1,2];

Дополнительная литература: [1].

Практическое занятие 2.4. Решение задачи линейного программирования с помощью надстройки электронных таблиц Excel «Поиск решения». Запись задачи линейного программирования в Excel. Запись

параметров решения задачи линейного программирования. Решение задачи и анализ результатов.

Самостоятельная работа. Анализ чувствительности решения задачи линейного программирования с помощью надстройки «Поиск решения». Способы решения задач линейного программирования с помощью надстройки «Поиск решения».

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [2].

Практическое занятие 2.5. Двухэтапный метод искусственного базиса. Решение задач линейного программирования двухэтапным методом искусственного базиса.

Самостоятельная работа. Особенности формирования задачи для решения ее двухэтапным методом искусственного базиса.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [2];

Дополнительная литература: [1, 2].

Практическое занятие 2.6. Метод больших штрафов. Решение задач линейного программирования методом больших штрафов.

Самостоятельная работа. Особенности формирования задачи для решения ее методом больших штрафов. Сравнительный анализ метода больших штрафов и метода искусственного базиса: преимущества и недостатки.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1, 2].

Лекция 2.7. Особые случаи решения задач линейного программирования: отсутствие области допустимых решений, неограниченность области допустимых решений, наличие альтернативных оптимальных решений.

Самостоятельная работа. Причины возникновения особых случаев решения задачи линейного программирования. Вырожденность.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1].

Тема 3. Элементы теории двойственности в линейном программировании

Лекция 3.1. Основные соотношения двойственности. Взаимоотношения между прямой и двойственной задачей. Преобразование прямой задачи в двойственную и обратно. Двойственный симплекс метод решения задач линейного программирования.

Самостоятельная работа.

Задачи линейного программирования, для решения которых

целесообразно использовать двойственный симплекс метод. Особенности целевой функции и системы ограничений таких задач.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1].

Практическое занятие 3.2. Решение задач линейного программирования двойственным симплекс методом. Задача линейного программирования, для решения которой целесообразно использовать двойственный симплекс метод. Алгоритм решения задачи линейного программирования двойственным симплекс методом. Решение практических задач двойственным симплекс методом.

Самостоятельная работа.

Способы получения прямой задачи по двойственной и двойственной задачи по прямой.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1,2];

Дополнительная литература: [2].

Практическое занятие 3.3. Анализ чувствительности оптимального решения задачи линейного программирования. Задачи анализа чувствительности. Анализ изменения вектора правых частей системы ограничений. Анализ изменения коэффициентов при неизвестных в левой части системы ограничений. Анализ изменения коэффициентов целевой функции.

Самостоятельная работа.

Изучить доказательство основных соотношений двойственности. Изучить доказательство теоремы двойственности.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1].

Тема 4. Транспортные задачи

Лекция 4.1. Транспортная задача по критерию стоимости. Постановка транспортной задачи по критерию стоимости. Математическая и сетевая модель транспортной задачи. Многопродуктовая транспортная задача. Транспортная задача с промежуточными пунктами

Самостоятельная работа. Приобрести умение постановки стандартной транспортной задачи по критерию стоимости. Рассмотреть примеры транспортных задач по критерию стоимости. Многопродуктовые транспортные задачи и транспортные задачи с промежуточными пунктами.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1, 2].

Практическое занятие 4.2. Определение начального допустимого решения транспортной задачи. Определение начального допустимого решения транспортной задачи методом северо-западного угла. Определение начального допустимого решения транспортной задачи методом минимального элемента. Примеры определения начального допустимого решения транспортной задачи методом северо-западного угла и методом минимального элемента.

Самостоятельная работа.

Ознакомиться с методом Фогеля определения начального допустимого решения транспортной задачи. Сравнительный анализ плюсов и минусов метода северо-западного угла, метода минимального элемента и метода Фогеля.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1, 2].

Лекция 4.3. Метод потенциалов решения транспортной задачи по критерию стоимости. Проверка оптимальности решения транспортной задачи на очередной итерации. Определение номера переменной, вводимой в базис. Определение номера переменной, выводимой из базиса.

Самостоятельная работа.

Понятие потенциала. Вычисление потенциалов. Соотношения двойственности в методе потенциалов.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [2].

Практическое занятие 4.4. Постановка и решение транспортной задачи по критерию стоимости. Постановка транспортной задачи по критерию стоимости. Алгоритм решения транспортной задачи по критерию стоимости методом потенциалов. Решение практической задачи.

Самостоятельная работа.

Дробно-линейное программирование. Целевая функция в задачах дробно-линейного программирования. Сведение задачи дробно-линейного программирования к стандартной задаче линейного программирования.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [2];

Дополнительная литература: [1, 2].

Практическое занятие 4.5. Постановка и решение транспортной задачи по критерию времени. Постановка транспортной задачи по критерию времени. Метод разгрузочных цепей решения транспортной задачи по критерию времени. Решение практической задачи.

Самостоятельная работа.

Параметрическое программирование. Постановка и математическая

модель задачи параметрического линейного программирования. Метод решения задачи параметрического линейного программирования.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [2].

Практическое занятие 4.6. Постановка и решение задачи о назначениях венгерским методом. Задача о назначениях как частный случай транспортной задачи. Специфика системы ограничений задачи о назначениях. Примеры задачи о назначениях. Венгерский метод решения задачи о назначениях. Решение задачи о назначениях венгерским методом.

Самостоятельная работа. Постановка задач линейного программирования большой размерности. Блочная структура системы ограничений в задачах большой размерности. Декомпозиционный метод решения задач линейного программирования большой размерности.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1, 2].

Тема 5. Целочисленные задачи

Лекция 5.1. Задача целочисленного программирования. Постановка задачи целочисленного программирования. Классификация целочисленных задач и методов их решения. Примеры задач целочисленного программирования.

Самостоятельная работа.

Общее описание методов отсечений решения целочисленных задач. Дробный алгоритм решения полностью целочисленных задач. Алгоритм решения полностью целочисленных задач.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1].

Практическое занятие 5.2. Метод отсечений. Сведение частично целочисленных задач к полностью целочисленным задачам. Дробный алгоритм решения полностью целочисленных задач. Решение задачи целочисленного программирования с помощью дробного алгоритма

Самостоятельная работа.

Особенности целочисленных задач для решения, которых целесообразно использовать метод отсечений. Теоретическое значение метода отсечений. Недостатки алгоритмов метода отсечений при решении практических задач.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [2].

Практическое занятие 5.3. Метод ветвей и границ. Решение задачи целочисленного программирования методом ветвей и границ. Общая схема метода ветвей и границ. Определение способа оценки верхней границы целевой функции. Ветвление. Определение оптимального решения. Решение задачи целочисленного программирования методом ветвей и границ.

Самостоятельная работа.

Метод ветвей и границ. Особенности целочисленных задач, для решения которых целесообразно использовать метод ветвей и границ. Общая схема метода ветвей и границ. Сравнительный анализ метода отсечений и метода ветвей и границ.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1, 2].

Практическое занятие 5.4. Особенности целочисленных задач, для решения которых целесообразно использовать аддитивный алгоритм. Суть аддитивного алгоритма. Решение задачи с двоичными переменными с помощью аддитивного алгоритма.

Самостоятельная работа.

Задача коммивояжера. Особенности системы ограничений и целевой функции задачи коммивояжера. Рассмотреть алгоритм решения задачи коммивояжера методом ветвей и границ.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1].

Тема 6. Многокритериальная оптимизация

Лекция 6. 1. Методы сведения задачи многокритериальной оптимизации к задаче математического программирования с одной целевой функцией. Функция полезности. Аддитивность критериев. Конъюнктивность и дизъюнктивность критериев.

Самостоятельная работа.

Учет субъективных предпочтений лица принимающего решения при сведении множества частных критериев в единую функцию полезности.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1, 2].

Лекция 6.2. Принцип оптимальности Парето. Деление множества допустимых решений на множество эффективных и неэффективных решений. Примеры решения задачи многокритериального программирования с помощью принципа оптимальности Парето.

Самостоятельная работа.

Принципы выбора оптимального решения на множестве эффективных решений.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1].

Практическое занятие 6.3. Метод идеальной точки. Точка утопии. Способы отыскания на множестве эффективных решений точки оптимума, находящейся на минимальном расстоянии от точки утопии. Примеры решения многокритериальных задач с помощью метода идеальной точки.

Самостоятельная работа.

Задание точки утопии в виде координат оптимальных значений частных критериев эффективности.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1].

Практическое занятие 6.4. Целевое программирование. Уровни достижения целей по каждому частному критерию. Особенности целевого программирования. Цели и утопические области. Решение практических задач.

Самостоятельная работа. Изучить понятие доминирования строк и столбцов платежной матрицы, порядок составления линейных комбинаций строк и столбцов.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1].

Практическое занятие 6.5. Лексикографическая оптимизация. Группировка целей по приоритетам. Сведение задачи лексикографической оптимизации с помощью линейного программирования. Решение практических задач.

Самостоятельная работа. Характеристика многокритериальных задач, для решения которых целесообразно использовать лексикографическую оптимизацию.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1].

Раздел 2. Методы нелинейной оптимизации и сетевые методы исследования операций

Тема 7. Методы решения задач математического программирования с ограничениями в виде равенств

Лекция 7.1. Метод множителей Лагранжа. Особенности целевой функции и системы ограничений задачи, которая может быть решена методом множителей Лагранжа. Множителя Лагранжа. Определение необходимых условий максимума (минимума) задачи. Блочная матрица. Определение достаточных условий максимума (минимума) задачи.

Самостоятельная работа.

Метод приведенного градиента. Математические основы метода. Разложение целевой функции и системы ограничений в ряд Тэйлора. Определение стационарных точек задачи. Определение точек максимума (минимума).

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1,2];

Дополнительная литература: [2].

Практическое занятие 7.2. Поиск решения задачи нелинейного программирования с ограничениями в виде равенств методом множителей Лагранжа. Методика преобразования задачи с ограничениями в виде равенств в эквивалентную функцию Лагранжа. Экономическая интерпретация множителей Лагранжа. Решение практической задачи методом множителей Лагранжа.

Самостоятельная работа.

Обобщенный метод множителей Лагранжа. Назначение и суть обобщенного метода множителей Лагранжа. Условия совпадения и несовпадения точки безусловного и условного оптимума целевой функции.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1, 2].

Тема 8. Методы решения задач математического программирования с ограничениями в виде неравенств

Практическое занятие 8.1. Решение задач математического программирования с ограничениями в виде неравенств обобщенным методом множителей Лагранжа. Алгоритм определения оптимального решения задачи нелинейного программирования с ограничениями в виде неравенств обобщенным методом множителей Лагранжа. Решение практической задачи обобщенным методом множителей Лагранжа.

Самостоятельная работа. Основные факторы, влияющие на вычислительную сложность решения задач обобщенным методом множителей Лагранжа.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1,2];

Дополнительная литература: [2].

Лекция 8.2. Основная литература теорема математического программирования. Достоинства и недостатки обобщенного метода множителей Лагранжа. Основная литература теорема математического

программирования, как основной теоретический результат нелинейного программирования. Условия Куна-Таккера. Понятия регулярности и непрерывности области допустимых решений задачи нелинейного программирования. Формулировка и доказательство основной теоремы математического программирования.

Самостоятельная работа. Элементы теории выпуклых функций. Достаточность решения задачи нелинейного программирования с помощью условий Куна-Таккера для выпуклых: целевой функции и системы ограничений. Основные положения теории выпуклых функций.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [2].

Практическое занятие 8.3. Сепарабельное программирование. Преобразование задачи сепарабельного программирования в задачу линейного программирования дополненной правилом ограниченного ввода в базис. Решение практической задачи.

Самостоятельная работа. Сепарабельные функции. Понятие сепарабельной функции и сепарабельной задачи нелинейного программирования. Кусочно-линейная аппроксимация сепарабельной функции.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1].

Практическое занятие 8.4. Квадратичное программирование. Постановка задачи квадратичного программирования. Математическая модель задачи квадратичного программирования. Сведение решения задачи квадратичного программирования к решению системы линейных уравнений, с учетом дополнительных нелинейных ограничений. Определение решения системы линейных уравнений с учетом дополнительных нелинейных ограничений двухэтапным методом искусственных переменных. Решение практической задачи.

Самостоятельная работа. Квадратичные формы. Понятие квадратичной формы. Классификация квадратичных форм. Симметричность матрицы квадратичной формы. Выпуклость положительно определенной квадратичной формы.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1, 2].

Практическое занятие 8.5. Стохастическое программирование. Постановка задачи стохастического программирования. Классификация задач стохастического программирования. Задачи стохастического программирования: с вероятностными коэффициентами целевой функции, с вероятностными коэффициентами левых и правых частей системы

ограничений. Метод преобразования задачи с вероятностными коэффициентами в детерминированную задачу. Решение практической задачи.

Самостоятельная работа. Основные характеристики многомерного нормального закона распределения: математическое ожидание, среднеквадратическое отклонение, коэффициент ковариации (корреляции) и их применение в задачах стохастического программирования.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1,2];

Дополнительная литература: [1, 2].

Практическое занятие 8.6. Геометрическое программирование. Понятие задачи геометрического программирования. Позингом. Задачи геометрического программирования без ограничений и с ограничениями. Метод решения задачи геометрического программирования с помощью геометрического неравенства. Решение практической задачи.

Самостоятельная работа. Уяснить особенности задач, при решении которых целесообразно использовать геометрическое программирование. Положительные качества и недостатки метода геометрического программирования по сравнению с условиями Куна-Таккера.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [2].

Тема 9. Численные методы решения задач математического программирования с ограничениями в виде неравенств

Лекция 9.1. Численные методы решения задач математического программирования с ограничениями в виде неравенств. Метод линейных комбинаций, как метод решения задач с вогнутыми (выпуклыми) целевыми функциями и линейными ограничениями. Метод штрафных функций, как обобщение метода множителей Лагранжа. Замкнутые и асимптотические алгоритмы штрафных функций.

Самостоятельная работа. Необходимые условия для решения задачи нелинейного программирования методом возможных направлений и методом штрафных функций. Задача с выпуклой целевой функцией и линейной системой ограничений.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1].

Практическое занятие 9.2. Решение задачи математического программирования методом штрафов и методом линейных комбинаций. Постановка и решение задачи методом линейных комбинаций. Постановка и решение задачи методом штрафных функций.

Самостоятельная работа. Понятие штрафных функций. Основное свойство штрафной функции. Понятие выпуклых (вогнутых) функций.

Основное свойство выпуклых (вогнутых) целевых функций.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1].

Тема 10. Динамическое программирование

Лекция 10.1. Динамическое программирование. Дискретная и непрерывная задачи динамического программирования. Постановка задачи динамического программирования. Принцип оптимальности Беллмана. Прямой и обратный алгоритм решения задачи динамического программирования. Динамическое программирование для решения задач с несколькими ограничениями и переменными.

Самостоятельная работа.

Задача управления. Фазовые координаты. Управляющие параметры. Допустимое управление. Задачи Майера, Лагранжа и Больца. Принцип оптимальности Понтрягина.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1,2];

Дополнительная литература: [1, 2].

Практическое занятие 10.2. Алгоритм метода прямой прогонки. Алгоритм метода обратной прогонки. Постановка и решение задачи динамического программирования методом прямой и обратной прогонки.

Самостоятельная работа. «Проклятие размерности» в динамическом программировании и методы его обхода.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1,2];

Дополнительная литература: [1, 2].

Тема 11. Сетевые методы исследования операций

Лекция 11.1. Методы оптимизации сетей. Представление моделируемого процесса в виде сети. Классификация сетевых задач исследования операций. Задача минимизации сети. Задача о кратчайшем пути. Алгоритм упорядочивания вершин сетевого графа. Задача о максимальном потоке. Задача сетевого планирования и управления.

Самостоятельная работа. Задачи, для решения которых лучше подходят сетевые методы исследования операций. Понятие сети и сетевых задач исследования операций.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [2].

Практическое занятие 11.2. Сетевое планирование и управление. Постановка задачи сетевого планирования и управления. Этапы решения

задачи сетевого планирования и управления: этап структурного планирования, этап календарного планирования (определение критического пути, резервов времени для некритических работ и построение календарного плана) этап оперативного управления выполнением комплекса работ. Оптимизация календарного плана.

Самостоятельная работа.

Учет неопределенности и затрат. Вероятностные факторы в сетевом планировании и управлении. Понятие максимальной, минимальной и наиболее вероятной длительности работы. Определение длительности работы.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1, 2].

Практическое занятие 11.3. Решение задачи сетевого планирования и управления в MS Project. Создание сетевого графика решения задачи в MS Project. Определение критического пути и резервов времени некритических работ в MS Project. Графики Ганта. Оптимизация плана выполнения комплекса работ в MS Project.

Самостоятельная работа.

Изучение справки по MS Project. Установка MS Project.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1].

Тема 12. Теория поиска

Лекция 12.1. Основы теории поиска. Дальность обнаружения объектов. Элементарная и накопленная вероятности обнаружения объектов.

Самостоятельная работа. Задачи поиска аварийных и потерявшихся объектов силами и средствами МЧС.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1, 2].

Лекция 12.2. Поиск с постоянной, убывающей и возрастающей интенсивностью. Виды поиска объектов. Понятие интенсивности обнаружения объектов. Понятие постоянной, убывающей и возрастающей интенсивности. Математические модели поиска с постоянной, убывающей и возрастающей интенсивностью.

Самостоятельная работа. Основные показатели поиска объектов. Преимущества и недостатки моделей поиска с постоянной, убывающей и возрастающей интенсивностью. Правила выбора моделей поиска объектов.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1, 2].

Практическое занятия 12.3. Решение задач поиска потерпевших аварию самолетов (кораблей) и людей. Решение задачи оценки эффективности поиска потерпевшего аварию самолета (корабля). Решение задачи поиска рыбаков на льдине оторвавшейся от берега.

Самостоятельная работа. Выбор модели поиска потерпевшего аварию самолета (корабля), модели поиска рыбаков на льдине, оторвавшейся от берега.

Рекомендуемая литература:

Основная литература: [1];

Дополнительная литература: [1, 2].

5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

При реализации программы дисциплины используются лекционные и практические занятия.

Общими целями занятий являются:

обобщение, систематизация, углубление, закрепление теоретических знаний по конкретным темам дисциплины;

формирование умений применять полученные знания на практике, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;

выработка при решении поставленных задач профессионально значимых качеств: самостоятельности, ответственности, точности, творческой инициативы.

Целями лекции являются:

~ дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентируя внимание на наиболее сложных вопросах;

~ стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

В ходе практического занятия обеспечивается процесс активного взаимодействия обучающихся с преподавателем; приобретаются практические навыки и умения. Цель практического занятия: углубление и закрепление знаний, полученных на лекции, формирование навыков использования знаний для решения практических задач; выполнение тестовых заданий по проверке полученных знаний и умений.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и практических занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим занятиям.

6. Оценочные материалы по дисциплине

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины, проводится в соответствии с содержанием дисциплины по видам занятий в форме опроса/решения задач под руководством преподавателя и самостоятельно/в форме тестирования.

Промежуточная аттестация обеспечивает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, проводится в форме зачета /экзамена.

6.1. Примерные оценочные материалы:

6.1.1. Текущего контроля

Типовые вопросы для опроса:

1. Предметная область исследования операций
2. Основные понятия и определения теории исследования операций
3. Классификация математических моделей задач исследования операций
4. Классификация методов исследования операций
5. Принципы и этапы исследования операций
6. Постановка задачи линейного программирования
7. Двойственная пара задач линейного программирования
8. Транспортная задача по критерию стоимости
9. Транспортная задача по критерию времени
10. Классификация задач целочисленного программирования
12. Метод северо-западного угла
13. Метод минимального элемента
14. Метод потенциалов
15. Метод ветвей и границ
16. Методы отсечений
17. Аддитивный алгоритм
18. Принцип Парето
19. Метод идеальной точки
20. Целевое программирование
21. Архимедова модель
22. Лексикографическая оптимизация
23. Необходимые и достаточные условия экстремума нелинейной функции
24. Численные методы поиска экстремума нелинейной функции
25. Метод множителей Лагранжа
26. Обобщенный метод множителей Лагранжа
27. Основная литература теорема математического программирования
28. Сепарабельное программирование
29. Квадратичное программирование
30. Геометрическое программирование
31. Стохастическое программирование
32. Сетевые методы исследования операций
33. Сетевое планирование и управление

34. Сетевое планирование и управление с учетом неопределенности и затрат
35. Метод критического пути
36. Поиск с постоянной интенсивностью.
37. Поиск с убывающей интенсивностью, поиск с возрастающей интенсивностью.

Типовые задания для тестирования:

1	Задача линейного программирования это задача у которой	Целевая функция линейная Ограничения линейные Целевая функция и ограничения линейные, а переменные неотрицательные Переменные неотрицательные
2	Задачу линейного программирования можно решить графически, если	она содержит 2 или 3 переменных и сколь угодно ограничений она содержит четыре и более переменных при четырех и более ограничениях она содержит сколь угодно переменных и ограничений все ее переменные неотрицательны
3	Оптимальное решение задачи линейного программирования находится	в любой точке многогранника допустимых решений на одной из граней многогранника допустимых решений в одной из вершин многогранника допустимых решений за пределами многогранника допустимых решений
4	Задача линейного программирования называется стандартной (канонической) если	все ограничения записываются в виде равенств все ограничения записываются в виде неравенств на все переменные накладывается условие неотрицательности все ограничения записываются в виде равенств, а на переменные накладывается условие неотрицательности
5	Преобразование ограничений от неравенств к равенствам осуществляется прибавлением к левой части ограничений	остаточной переменной для ограничений типа $\leq$ и вычитанием избыточной переменной для ограничений типа $\geq$ остаточной переменной для ограничений типа $\geq$ и вычитанием избыточной переменной для ограничений типа $\leq$ прибавлением к каждому ограничению типа $\leq$ остаточной переменной в квадрате и вычитанием избыточной переменной в квадрате для ограничений типа $\geq$ остаточной переменной в квадрате для ограничений типа $\geq$ и вычитанием избыточной переменной в квадрате для ограничений типа $\leq$
6	Решение, соответствующее нулевым значениям небазисных переменных, называется	базисным небазисным начальным оптимальным
7	Базисное решение,	недопустимым базисным решением.

	удовлетворяющее условию неотрицательности переменных, называется	допустимым базисным решением. нулевым решением ненулевым решением
8	Область допустимых решений есть выпуклый многогранник,	в одной из вершин которого целевая функция достигает экстремума. в одной из вершин которого все ограничения превращаются в равенства в одной из вершин которого функция достигает минимума в двух и более вершинах которого целевая функция достигает максимума
9	Первый этап двухэтапного метода искусственных переменных применяется	для поиска оптимального решения задачи линейного программирования для поиска начального допустимого решения задачи линейного программирования для поиска неотрицательных значений переменных поиска экстремума в задаче минимизации
10	Двойственный симплекс метод	решает задачу начиная с оптимального допустимого решения решает задачу, начиная с оптимального недопустимого решения лучше, чем прямой симплекс метод хуже, чем прямой симплекс метод
11	В точке оптимума величина целевой функции при прямом и двойственном методах	не совпадают целевая функция прямой задачи больше, чем двойственной целевая функция прямой задачи меньше, чем двойственной совпадают
12	Наиболее простой метод поиска начального допустимого решения транспортной задачи это	метод Фогеля метод минимального элемента метод северо-западного угла зависит от особенностей задачи
13	Транспортной задачей является	задача по критерию стоимости задача по критерию времени задача о назначениях все три вышеуказанные задачи
14	Методом потенциалов решается	задача по критерию стоимости задача по критерию времени задача о назначениях все три вышеуказанные задачи
15	Методом разгрузочных цепей решается	задача по критерию стоимости задача по критерию времени задача о назначениях все три вышеуказанные задачи
16	Венгерским методом решается	задача по критерию стоимости задача по критерию времени

		задача о назначениях все три вышеуказанных задачи
17	Задача целочисленного программирования это задача	у которой все переменные целочисленные у которой хоть одна переменная целочисленная у которой коэффициенты целевой функции целочисленные у которой коэффициенты в ограничениях целочисленные
18	Для решения задачи целочисленного программирования можно использовать	симплекс метод метод потенциалов метод северо-западного угла метод ветвей и границ
19	Для решения задачи целочисленного программирования с двоичными переменными лучше подходит	метод отсечений Гомори аддитивный алгоритм метод ветвей и границ все три метода равнозначны
20	К задачам целочисленного программирования относятся	только задачи с неделимостями только экстремальные комбинаторные задачи только нелинейные задачи сводящиеся к частично целочисленным все вышеуказанные задачи
21	К экстремальным комбинаторным задачам относятся	задача о ранце задача о покрытии задача коммивояжера все три вышеуказанные задач
22	Метод ветвей и границ включает в себя	определение оценки верхней (нижней границы целевой функции) ветвление области допустимых решений и определение рекорда зондирование и определение оптимального решения все три вышеуказанных этапа
23	Наиболее эффективным методом решения задач с двоичными переменными является	метод отсечений Гомори метод ветвей и границ аддитивный алгоритм симплекс метод
24	Вычислительная сложность решения целочисленных задач зависит от	точности вычисления верхних (нижних) границ множества допустимых решений последовательности просмотра подмножеств при ветвлении точности вычисления границ множества допустимых решений и последовательности просмотра подмножеств не зависит от всех вышеуказанных факторов
25	Необходимыми условиями экстремума нелинейной функции являются	равенство нулю градиента функции равенство нулю хоть одной из частных производных функции неравенство нулю градиента функции неравенство нулю хоть одной из частных производных функции
26	Стационарная точка нелинейной функции является точкой минимума если	матрица вторых производных в ней положительно определена матрица вторых производных в ней отрицательно определена матрица вторых производных в ней не определена

		матрица вторых производных в ней определена
27	Стационарная точка нелинейной функции является точкой максимума если	матрица вторых производных в ней положительно определена матрица вторых производных в ней отрицательно определена матрица вторых производных в ней не определена матрица вторых производных в ней определена
28	Метод Ньютона предназначен для поиска экстремума нелинейной целевой функции	в задачах без ограничений в задачах с ограничениями в виде равенств в задачах с ограничениями в виде неравенства в любых из вышеуказанных задач
29	Метод множителей Лагранжа предназначен для поиска экстремума нелинейной целевой функции	в задачах без ограничений в задачах с ограничениями в виде равенств в задачах с ограничениями в виде неравенства в любых из вышеуказанных задач
30	Обобщенный метод множителей Лагранжа предназначен для поиска экстремума нелинейной целевой функции	в задачах без ограничений в задачах с ограничениями в виде равенств в задачах с ограничениями в виде неравенств в любых из вышеуказанных задач
31	Условия Куна-Таккера предназначены для поиска экстремума нелинейной целевой функции	в задачах без ограничений в задачах с ограничениями в виде равенств в задачах с ограничениями в виде неравенств в любых из вышеуказанных задач
32	Условия Куна-Таккера предназначены для поиска экстремума нелинейной целевой функции	в задачах без ограничений в задачах с ограничениями в виде равенств в задачах с ограничениями в виде неравенств в любых из вышеуказанных задач
33	Задачей нелинейного программирования называется задача у которой	целевая функция является нелинейной хоть одно ограничение является нелинейным целевая функция и ограничения являются нелинейными целевая функция и (или) хоть одно ограничение являются нелинейными
34	Разложение функции в ряд Тейлора используется при выводе	метода Ньютона метода множителей Лагранжа обобщенного метода множителей Лагранжа условий Куна Таккера
35	Надстройка Excel "Поиск решения" применяется для	анализа статистических данных для решения задач линейного и нелинейного программирования для решения задач линейного программирования для решения задач нелинейного программирования
36	Условия Куна Таккера применяются для задач у которых	целевая функция непрерывна и имеет непрерывные первую и вторую частные производные в области допустимых решений целевая функция непрерывна в области допустимых решений целевая функция и функции ограничений непрерывны и имеют непрерывные первую и вторую частные производные в

		области допустимых решений функции ограничений непрерывны и имеют непрерывные первую и вторую частные производные в области допустимых решений
37	Метод наискорейшего спуска (подъема) применяется для решения задач	в задачах без ограничений в задачах с ограничениями в виде равенств в задачах с ограничениями в виде неравенства в любых из вышеуказанных задач
38	Метод множителей Лагранжа позволяет найти	достаточные условия экстремума в задачах с ограничениями в виде равенств необходимые условия существования экстремума в задачах с ограничениями в виде равенств необходимые и достаточные условия существования экстремума в задачах с ограничениями в виде равенств необходимые условия существования экстремума в задачах с ограничениями в виде неравенств
39	В обобщенном методе множителей Лагранжа задачу методом множителей Лагранжа приходится решать	один или несколько раз один раз множество раз ни разу
40	Основная литература теорема математического программирования есть иная формулировка	метода множителей Лагранжа обобщенного метода множителей Лагранжа условий Куна Таккера всего вышеотмеченного
41	Область, формируемая системой ограничений $G(X) \leq 0$, называется регулярной, если	она задается ограничениями $G(X)=0$ она содержит хотя бы одну точку, такую что в ней $G(X)=0$ найдется хотя бы одна точка $X > 0$, такая, что $g_i(X) < 0$ для всех i . верны все три вышеприведенных определения
42	Условия Куна Таккера в задаче максимизации являются достаточными если	целевая функция вогнута, а область допустимых решений выпукла целевая функция и область допустимых решений выпуклые целевая функция и область допустимых решений вогнутые целевая функция выпуклая, а область допустимых решений вогнута
43	Условия Куна Таккера в задаче минимизации являются достаточными если	целевая функция вогнута, а область допустимых решений выпукла целевая функция и область допустимых решений выпуклые целевая функция и область допустимых решений вогнутые целевая функция выпуклая, а область допустимых решений вогнута
44	Область допустимых решений G называется выпуклой, если	вместе с любыми двумя точками X_1, X_2 из G она содержит отрезок $\mu X_1 + (1-\mu)X_2$, где $0 \leq \mu \leq 1$ вместе с любыми двумя точками X_1, X_2 из G она содержит отрезок $\mu X_1 + (1-\mu)X_2$ если для любых двух точек X_1, X_2 из G она содержит хотя бы одну точку на этом отрезке вне области G вместе с любыми двумя точками X_1, X_2 из G она содержит отрезок $\mu X_1 + (1-\mu)X_2$, где $0 \leq \mu \leq \infty$
45	Область допустимых	вместе с любыми двумя точками X_1, X_2 из G она содержит

	решений G называется вогнутой, если	отрезок $\mu X_1 + (1-\mu)X_2$, где $0 \leq \mu \leq 1$ если для любых двух точек X_1, X_2 из G она содержит хотя одну точку на этом отрезке вне области G вместе с любыми двумя точками X_1, X_2 из G она содержит отрезок $\mu X_1 + (1-\mu)X_2$, где $0 \leq \mu \leq \infty$ верно все сказанное во втором и третьем пунктах
46	Задачей квадратичного программирования называется задача поиска максимума (минимума)	квадратичной формы в области, формируемой квадратичной системой ограничений. квадратичной формы в области, формируемой нелинейной системой ограничений. квадратичной формы в области, формируемой линейной системой ограничений. линейной целевой функции в области формируемой квадратичной системой ограничений.
47	Целевая функция в задаче максимизации квадратичного программирования должна быть	положительно определена положительно полуопределена отрицательно определена отрицательно полуопределена
48	Целевая функция в задаче минимизации квадратичного программирования должна быть	положительно определена положительно полуопределена отрицательно определена отрицательно полуопределена
49	Метод решения задач квадратичного программирования выводится	из метода множителей Лагранжа из метода обобщенных множителей Лагранжа из условий Куна Таккера из метода Ньютона
50	Метод решения задачи квадратичного программирования позволяет получить	необходимые условия существования решения достаточные условия существования решения необходимые и достаточные условия существования решения неверно все сказанное выше
51	Решение задачи квадратичного программирования можно свести к задаче	М-метода искусственных переменных первого этапа двухэтапного метода искусственных переменных с учетом дополнительных ограничений линейного программирования, решаемой симплекс методом линейного программирования, решаемой двойственным симплекс методом
52	В задаче квадратичного программирования условия неотрицательности переменных	необязательны обязательны условия неположительности обязательны не имеют значения
53	В задаче квадратичного программирования ограничения должны иметь вид	$A \cdot X \leq B$ $A \cdot X \geq 0$ $A \cdot X = 0$ знак не имеет значения
54	Задачей	коэффициенты c_j целевой функции являются случайными

	стохастического программирования называются задачи у которых	величинами коэффициенты a_{ij} левой части системы ограничений являются случайными величинами правые части b_i системы ограничений являются случайными величинами хоть один коэффициент целевой функции или системы ограничений должен быть случайным.
55	Случайные коэффициенты целевой функции должны иметь	нормальное распределение распределение Пуассона равномерное распределение показательное распределение
56	Случайные коэффициенты в левых частях системы ограничений должны иметь	нормальное распределение распределение Пуассона равномерное распределение показательное распределение
57	Случайные коэффициенты в правых частях системы ограничений должны иметь	нормальное распределение распределение Пуассона равномерное распределение показательное распределение
58	Закон распределения случайных величин в задаче стохастического программирования задается	математическим ожиданием среднеквадратическим отклонением коэффициентом корреляции или ковариацией всеми тремя вышеуказанными параметрами.
59	Нормированная и центрированная случайная величина имеет	математическое ожидание равно 0 дисперсию равную 1 математическое ожидание равно 0 и дисперсию равную 1 математическое ожидание равно 1
60	Задача стохастического программирования с вероятностными коэффициентами сводится	к задаче линейного программирования к задаче сепарабельного , программирования к задаче квадратичного программирования в зависимости от ее вида к задаче сепарабельного или линейного программирования
61	Найти максимум функции $Z=10x_1+12x_2$ при ограничениях: $14x_1+5x_2 \leq 350$; $14x_1+8x_2 \leq 392$; $6x_1+12x_2 \leq 408$; $x_1, x_2 \geq 0$	$x_1=12, x_2=28, Z=456$ $x_1=14, x_2=23, Z=402$ $x_1=12, x_2=28, Z=484$ $x_1=8,3; x_2=33,3; Z=300$
62	Найти максимум функции $Z=9x_1+12x_2$ при ограничениях: $10x_1+4x_2 \leq 400$; $9x_1+9x_2 \leq 333$; $6x_1+12x_2 \leq 360$;	$x_1=12, x_2=28, Z=456$ $x_1=14, x_2=23, Z=402$ $x_1=12, x_2=28, Z=484$ $x_1=8,3; x_2=33,3; Z=300$

	$x_1, x_2 \geq 0$	
63	Найти максимум функции $Z=10x_1+13x_2$ при ограничениях: $14x_1+5x_2 \leq 350$; $14x_1+8x_2 \leq 392$; $6x_1+12x_2 \leq 408$; $x_1, x_2 \geq 0$	$x_1=12, x_2=28, Z=456$ $x_1=14, x_2=23, Z=402$ $x_1=12, x_2=28, Z=484$ $x_1=8,3; x_2=33,3; Z=300$
64	Найти максимум функции $Z=8x_1+7x_2$ при ограничениях: $8x_1+7x_2 \leq 300$; $10x_1+8x_2 \leq 350$; $12x_1+7x_2 \leq 370$; $x_1, x_2 \geq 0$	$x_1=12, x_2=28, Z=456$ $x_1=14, x_2=23, Z=402$ $x_1=12, x_2=28, Z=484$ $x_1=8,3; x_2=33,3; Z=300$
65	Найти максимум функции $Z=2x_1+3x_2$ при ограничениях $x_1+2x_2 \leq 10; 2x_1+x_2 \leq 10$; x_1, x_2 целые неотрицательные	$x_1=2, x_2=4, Z=16$ $x_1=4, x_2=2, Z=16$ $x_1=2, x_2=5, Z=25$ $x_1=5, x_2=2, Z=25$
66	Найти максимум функции $Z=3x_1+2x_2$ при ограничениях $x_1+2x_2 \leq 10; 2x_1+x_2 \leq 10$; x_1, x_2 целые неотрицательные	$x_1=2, x_2=4, Z=16$ $x_1=4, x_2=2, Z=16$ $x_1=2, x_2=5, Z=25$ $x_1=5, x_2=2, Z=25$
67	Найти максимум функции $Z=2x_1+5x_2$ при ограничениях $x_1+2x_2 \leq 10; 2x_1+x_2 \leq 10$; x_1, x_2 целые неотрицательные	$x_1=2, x_2=4, Z=16$ $x_1=4, x_2=2, Z=16$ $x_1=2, x_2=5, Z=25$ $x_1=5, x_2=2, Z=25$
68	Найти максимум функции $Z=5x_1+2x_2$ при ограничениях $x_1+2x_2 \leq 10; 2x_1+x_2 \leq 10$; x_1, x_2 целые неотрицательные	$x_1=2, x_2=4, Z=16$ $x_1=4, x_2=2, Z=16$ $x_1=2, x_2=5, Z=25$ $x_1=5, x_2=2, Z=25$
69	Найти минимум квадратичной формы $Z=4x_1+2x_1^2+x_1x_2+x_2^2$ при ограничении $x_1+2x_2 \geq 6$	$x_1=0, x_2=3, z=9$ $x_1=0, x_2=6, z=36$ $x_1=1.75, x_2=2.54, z=23.75$ $x_1=4, x_2=4, z=80$
70	Найти минимум квадратичной формы $Z=4x_1+2x_1^2+x_1x_2+x_2^2$ при ограничении $x_1+2x_2 \geq 12$	$x_1=0, x_2=3, z=9$ $x_1=0, x_2=6, z=36$ $x_1=1.75, x_2=2.54, z=23.75$ $x_1=4, x_2=4, z=80$
71	Найти минимум квадратичной формы $Z=4x_1+2x_1^2+x_1x_2+x_2^2$ при	$x_1=0, x_2=3, z=9$ $x_1=0, x_2=6, z=36$ $x_1=1.75, x_2=2.54, z=23.75$

	ограничении $2x_1 + 2x_2 \geq 6$	$x_1 = 4, x_2 = 4, z = 80$
72	Найти минимум квадратичной формы $Z = 4x_1 + 2x_1^2 + x_1x_2 + x_2^2$ при ограничении $2x_1 + 2x_2 \geq 12$	$x_1 = 0, x_2 = 3, z = 9$ $x_1 = 0, x_2 = 6, z = 36$ $x_1 = 1.75, x_2 = 2.54, z = 23.75$ $x_1 = 4, x_2 = 4, z = 80$
73	Для решения задачи динамического программирования используется	метод прямой прогонки метод обратной прогонки методы прямой и обратной прогонки метод множителей Лагранжа
74	Принцип оптимальности Беллмана может быть сформулирован так	подпуть оптимального пути сам является оптимальным путем подпуть оптимального пути не является оптимальным путем оптимальный путь есть самый длинный путь между начальной и конечной вершинами графа оптимальный путь есть самый короткий путь между начальной и конечной вершинами графа
75	Под стратегией в динамическом программировании понимается	процедура, которая определяет решение для каждого состояния задачи динамического программирования процедура, которая определяет выбор решения для начального состояния задачи динамического программирования процедура, которая определяет принадлежность очередного решения к оптимальному пути процедура выбора решения если предыдущее решение не принадлежало оптимальному пути
76	Для решения задачи динамического программирования необходимо	разделить задачу на этапы разделить задачу на этапы, а каждый этап - на состояния представить задачу в виде ненаправленного графа здать правила перехода между состояниями одного этапа
77	В графе, отображающем задачу динамического программирования	возможны переходы между состояниями внутри одного этапа возможны переходы между состояниями смежных этапов возможны переходы между состояниями несмежных этапов возможны переходы между несмежными состояниями одного этапа
78	Задача минимизации сети состоит в нахождении	множества ребер, соединяющих все узлы сети и имеющих минимальную суммарную длину. пути минимальной длины, соединяющего начальную и конечную вершины графа определения заданного количества ребер минимальной длины связное множество ребер минимальной длины
79	В задаче о кратчайшем пути заданными считаются	топология сети расстояния между узлами сети топология сети и расстояния между узлами сети разрешенные пути между вершинами графа
80	Задача определения пропускной способности сети	задачи минимизации сети задачи поиска кратчайшего пути задачи о максимальном потоке

	получила название	задачи поиска наиболее длинного пути на графе
81	В качестве критерия эффективности в задачах сетевого планирования и управления чаще всего	применяют время выполнения комплекса работ. применяют общую стоимость комплекса работ применяют количество людей, занятых на работах применяют вероятность своевременного завершения комплекса
82	Сетевое планирование и управление состоит	из двух основных этапов: структурного планирования и календарного планирования из двух основных этапов: планирования и управления из трех основных этапов: структурного планирования, календарного планирования, оперативного управления из двух основных этапов: календарного планирования и оперативного управления
83	В сетевом планировании никакие две работы не должны	определяться разными начальными и конечными событиями иметь одинаковую длительность иметь одинаковую стоимость определяться одинаковыми начальными и конечными событиями
84	В сетевом планировании и управлении работа называется критической	если это наиболее важная работа если задержка ее начала ведет к увеличению срока окончания всего комплекса работ. если стоимость ее выполнения максимальна если для ее выполнения требуется максимальное время
85	При корректуре плана на этапе оперативного управления его выполнением необходимо	приписать нулевые длительности уже выполненным работам откорректировать длительности частично завершенных работ исключить работы, ставшие ненужными и добавить новые работы, необходимость которых возникла выполнить все вышеуказанные пункты

6.1.2. Промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов, выносимых на зачет (5 семестр)

1. Предметная область исследования операций
2. Основные понятия и определения теории исследования операций
3. Типовые задачи исследования операций и их математические модели
4. Классификация методов исследования операций
5. Принципы и этапы исследования операций
6. Постановка задачи линейного программирования
7. Графический метод решения задачи линейного программирования
8. Алгебраические основы решения задачи линейного программирования
9. Симплекс метод решения задачи линейного программирования
10. Особые случаи задачи линейного программирования
11. Метод больших штрафов определения начального допустимого решения задачи линейного программирования
12. Двухэтапный метод искусственных переменных.

13. Двойственный симплекс метод решения задачи линейного программирования
14. Основные соотношения двойственности
15. Транспортная задача по критерию стоимости
16. Транспортная задача по критерию времени
17. Метод северо-западного угла
18. Метод минимального элемента
19. Метод потенциалов
20. Метод разгрузочных цепей
21. Постановка задачи целочисленного программирования
22. Метод ветвей и границ.
23. Аддитивный алгоритм.
24. Основные понятия многокритериального программирования
25. Принцип оптимальности Парето
26. Метод идеальной точки решения многокритериальной задачи.
27. Метод целевого программирования решения задачи многокритериального программирования.
28. Метод лексикографического программирования.

Практические вопросы

- П1. Решение задачи линейного программирования графическим методом
- П2. Решение задачи линейного программирования симплекс-методом (улучшение плана)
- П3. Решение задачи линейного программирования двойственным симплекс методом.
- П4. Определение начального допустимого решения задачи линейного программирования методом искусственных переменных.
- П5. Нахождение начального опорного плана транспортной задачи методом северо-западного угла
- П6. Решение транспортной задачи по критерию стоимости методом потенциалов.
- П7. Решение транспортной задачи с помощью надстройки Excel «Поиск решения»
- П8. Решение целочисленной задачи методом ветвей и границ

Примерный перечень вопросов, выносимых на экзамен (6 семестр)

Теоретические вопросы

1. Необходимые и достаточные условия существования экстремума нелинейной функции.
2. Метод одномерного оптимального поиска.
3. Метод Ньютона.
4. Метод наискорейшего подъема (спуска).
5. Метод множителей Лагранжа.

6. Условия и теорема Куна-Таккера.
7. Элементы теории выпуклых функций.
8. Метод линейных комбинаций
9. Метод штрафных функций
10. Сепарабельное программирование.
11. Квадратичное программирование.
12. Стохастическое программирование.
13. Геометрическое программирование.
14. Постановка задачи динамического программирования.
15. Принцип оптимальности Беллмана.
16. Метод прямой прогонки решения задачи динамического программирования.
17. Метод обратной прогонки решения задачи динамического программирования.
18. Метод минимизации сети.
19. Метод определения максимального потока на графе.
20. Метод определения кратчайшего пути на графе.
21. Постановка задачи сетевого планирования и управления.
22. Построение сетевого графика задачи сетевого планирования и управления.
23. Построение календарного плана сетевого планирования и управления.
24. Определение критического пути.
25. Учет неопределенности и затрат в сетевом планировании и управлении.
26. Управление ходом реализации календарного плана.
27. Поиск с постоянной интенсивностью.
28. Поиск с убывающей интенсивностью.
29. Поиск с возрастающей интенсивностью.

Практические вопросы

- П1. Решение задачи нелинейного программирования методом множителей Лагранжа
- П2. Решение задачи нелинейного программирования методом линейных комбинаций
- П3. Решение задачи нелинейного программирования методом штрафных функций
- П4. Решение задачи квадратичного программирования.
- П5. Решение задачи стохастического программирования.
- П6. Решение задачи динамического программирования.
- П7. Решение задачи минимизации сети.
- П8. Решение задачи о максимальном потоке.
- П9. Решение задачи о кратчайшем пути.
- П10. Решение задачи определения критического пути.
- П11. Решение задачи поиска объектов с постоянной интенсивностью.

П12. Решение задачи поиска объекта с убывающей интенсивностью.

П13. Решение задачи поиска объекта с возрастающей интенсивностью.

6.2. Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок

Форма контроля	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Оценка
зачет	правильность и полнота ответа	дан правильный, полный ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; могут быть допущены недочеты, исправленные самостоятельно в процессе ответа; дан правильный, недостаточно полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи; могут быть допущены недочеты, исправленные с помощью преподавателя; дан недостаточно правильный и полный ответ; логика и последовательность изложения имеют нарушения; в ответе отсутствуют выводы.	зачтено
		ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу; присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения; дополнительные и уточняющие вопросы не приводят к коррекции ответа на вопрос.	не зачтено
экзамен	правильность и полнота ответа	дан правильный, полный ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; могут быть допущены недочеты, исправленные самостоятельно в процессе ответа.	отлично
		дан правильный, недостаточно полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные	хорошо

		связи; могут быть допущены недочеты, исправленные с помощью преподавателя.	
		дан недостаточно правильный и полный ответ; логика и последовательность изложения имеют нарушения; в ответе отсутствуют выводы.	удовлетворительно
		ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу; присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения; дополнительные и уточняющие вопросы не приводят к коррекции ответа на вопрос.	неудовлетворительно

7. Ресурсное обеспечение дисциплины

7.1. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

Astra Linux Common Edition, Операционная система общего назначения, номер в Едином реестре российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных – 4433, лицензия на право пользования № 217800111-ore-2.12-client-6196.

7.2. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Системный анализ - https://systems-analysis.ru/systems_analysis.html

Системный анализ информационных систем <https://lektsii.org/7-94478.html>

Системный анализ информационно управляющих систем - tudmed.ru/view/dondik-em-sistemnyy-analiz-informacionno-upravlyayuschih-sistem

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>, доступ только после самостоятельной регистрации

Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/>, доступ только после самостоятельной регистрации

7.3. Литература

Основная литература

1. Исследование операций /Учебное пособие / Куватов В.И., Балобанов А.А., Колеров Д.А. СПб.: Изд-во СПб УГПС МЧС РФ, 2024. 236 с. <http://elib.igps.ru/?12&type=document&did=ALSFR-3e0f3e7e-e3ba-4142-96e7-7c4509d0e82a>

2. Венцель Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. Издательство: Высшая школа, Москва, 2007.-208 с. <https://elib.igps.ru/?3&type=card&cid=ALSFR-f9a0feeb-8eb2-482c-a277-a9e3aa4c34a0&remote=false>

Дополнительная литература:

1.Адамчук, А. С. Математические методы и модели исследования операций (краткий курс) : учебное пособие / А. С. Адамчук, С. Р. Амироков, А. М. Кравцов. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2014. — 164 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/62954.html>.

2.Ловяников, Д. Г. Исследование операций : учебное пособие / Д. Г. Ловяников, И. Ю. Глазкова. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. — 110 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/69386.html>

7.4. Материально-техническое обеспечение

Для проведения и обеспечения лекционных занятий используются помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: автоматизированное рабочее место преподавателя, маркерная доска, мультимедийный проектор, документ-камера, посадочные места обучающихся.

Помещения для практических занятий и самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой из расчета 1 компьютер на одного обучающегося, с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде университета.

Автор: Заслуженный работник высшей школы России, доктор технических наук, профессор Куватов Валерий Ильич.