

Подписано электронной подписью:
Вержицкий Данил Григорьевич
Должность: Директор КГПИ ФГБОУ ВО «КемГУ»
Дата и время: 2024-02-21 00:00:00
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кемеровский государственный университет»
Новокузнецкий институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Кемеровский государственный университет»
Физико-математический и технологическо-экономический факультет
Кафедра математики, физики и методики обучения



И.И. Тимченко
15 февраля 2018г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Б1.В.02.09 Исследование операций

Код, название дисциплины /модуля

Направление / *специальность* подготовки
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Код, название направления / специальности

Направленность (профиль) подготовки
Математика и Информатика

Программа
академического бакалавриата

Квалификация выпускника
бакалавр
Бакалавр/ магистр / специалист

Форма обучения
очная
Очная, очно-заочная, заочная

Год набора 2018

Лист внесения изменений
в РПД Б1.В.02.09 Исследование операций
код, название РПД

Сведения об утверждении:

утвержден (а) Ученым советом факультета
(протокол Ученого совета факультета № 6 от 07.02.2018)
на 2018 год набора

Одобен (а) на заседании методической комиссии
(протокол методической комиссии факультета № 6 от 07.02.2018)

Одобен (а) на заседании обеспечивающей кафедры МФиМО
(протокол № 5 от 10.01.2018) Фомина А.В. (Ф. И.О. зав. кафедрой) /



СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профиль «Математика и информатика».....	Ошибка! Закладка не определена.
2. Место дисциплины в структуре программы бакалавриата.....	4
3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	
3.1. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в часах).....	5
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).....	
4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) б	
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	9
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	1
6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине.....	1
6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы.....	3
6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.....	24
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	25
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	25
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	26
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.....	27
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	28
12. Иные сведения и (или) материалы.....	29
12.1. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.....	29
12.2. Занятия, проводимые в интерактивных формах.....	30

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профиль «Математика и Информатика».

В результате освоения ООП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП <i>Содержание компетенций*</i>	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
СПК-1	готовность к применению знаний теоретической информатики, фундаментальной и прикладной математики для анализа и синтеза информационных систем и процессов, а также для решения прикладных задач получения, хранения, обработки и передачи информации	<p>Знать: основные математические методы получения, хранения, обработки, передачи и использования информации;</p> <p>Уметь: применять математический аппарат анализа и синтеза информационных систем;</p> <p>Владеть: современными формализованными математическими, информационно-логическими и логико-семантическими моделями и методами представления, сбора и обработки информации</p>
СПК-6	способность понимать универсальный характер математических законов, прикладное, научное, общекультурное и историческое значение математики	<p>Знать: методы математического и алгоритмического моделирования при постановке и решении задач прикладных разделов математики (исследование операций)</p> <p>Уметь: пользоваться языком и математической терминологией прикладных разделов математики (исследование операций)</p> <p>Владеть: методами математического и алгоритмического моделирования при постановке и решении задач прикладных разделов математики (исследование операций)</p>
ПК-11	готовностью использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования	<p>Знать: способы применения теоретических и практических знаний для постановки и решения исследовательских задач в области образования;</p> <p>Уметь: применять теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования;</p> <p>Владеть навыками решения постановки и решения исследовательских задач в области образования (по профилю профессиональной подготовки);</p>

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «*Исследование операций*» входит в состав цикла «Предметное обучение: по профилю подготовки» обязательных дисциплин вариативной части программы подготовки бакалавра.

Курс «Исследование операций» изучается на 3 курсе в 5 семестре.

Исследование операций - дисциплина, занимающаяся разработкой и применением методов нахождения оптимальных решений на основе математического моделирования, статистического моделирования и различных эвристических подходов в различных обла-

стях человеческой деятельности. Для освоения данной дисциплины необходимы компетенции, сформированные в процессе изучения дисциплин Б1.В.ОД.2.9 «Алгебра» и Б1.В.ОД.2.8 «Теория вероятностей» на 1-2 курсах освоения образовательной программы подготовки бакалавров.

Освоение дисциплины «Исследование операций» является основой для изучения дисциплины Б1.В.ОД.2.3 «Численные методы».

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единиц (з.е.), 72 академических часа.

3.1. Объём дисциплины (модуля) по видам учебных занятий (в часах)

Объём дисциплины	Всего часов	
	для очной формы обучения	для заочной формы обучения
Общая трудоемкость дисциплины	72	
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)		
Аудиторная работа (всего**):	34	
в т. числе:		
Лекции	16	
Семинары, практические занятия	18	
Практикумы		
Лабораторные работы		
в т.ч. в активной и интерактивной формах	8	
Внеаудиторная работа (всего**):		
В том числе, индивидуальная работа обучающихся с преподавателем:		
Курсовое проектирование		
Групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем		
Творческая работа (эссе)		
Самостоятельная работа обучающихся (всего**)	38	
Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет)	Зачёт	

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

для очной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость (часов)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)		Формы текущего контроля успеваемости
			аудиторные учебные занятия	самостоятельная работа обучаю-	

		всего	лекции	семинары, практические занятия	щихся	
1.	Линейное программирование	14	4	4	6	Индивидуальное задание. Устный опрос
2.	Транспортная задача	10	2	2	6	Индивидуальное задание. Устный опрос.
3.	Нелинейное и динамическое программирование	24	6	6	12	Индивидуальное задание. Устный опрос.
4.	Элементы теории матричных игр и теории систем массового обслуживания	24	4	6	14	Индивидуальное задание. Устный опрос.
	Итого	72	16	18	38	

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	Линейное программирование	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
1.1.	Исследования операций как наука принятия оптимальных решений.	Предмет и задачи исследования операций. Классификация моделей исследования операций. Математические модели: понятие, виды, принципы построения, этапы. Оптимизационные задачи в науке и технике. Примеры типовых задач. Однокритериальная и многокритериальная оптимизация. Построение критерия эффективности. Требования к выбору критерия эффективности. Векторный критерий эффективности.
1.2	Задачи линейного программирования и алгоритмы их решения	Теория линейного программирования. Алгоритм построения математической модели. Класс задач, приводимых к задаче линейного программирования (ЗЛП). Понятие целевой функции и ограничений. Алгебраическая формулировка задачи линейного программирования в общем виде. Свойства решений задач линейного программирования. Геометрическая интерпретация задач линейного программирования. Алгоритм симплекс-метода.
<i>Темы практических/семинарских занятий</i>		
1.1	Исследования операций как наука принятия оптимальных решений.	Математические модели: понятие, виды, принципы построения, этапы. Оптимизационные задачи в науке и технике. Примеры типовых задач. Однокритериальная и многокритериальная оптимизация. Построение критерия эффективности. Требования к выбору критерия эффективности. Векторный критерий эффективности.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1.2	Задачи линейного программирования и алгоритмы их решения	Алгоритм построения математической модели. Класс задач, приводимых к задаче линейного программирования (ЗЛП). Понятие целевой функции и ограничений. Алгебраическая формулировка задачи линейного программирования в общем виде. Свойства решений задач линейного программирования. Геометрическая интерпретация задач линейного программирования. Алгоритм симплекс-метода. Решение оптимизационных задач в электронных таблицах: задача определения оптимального ассортимента продукции, задача проверки сбалансированности плана, задача о раскрое, задача о смесях.
2	Транспортная задача	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
2.1	Двойственная задача. Транспортная задача	Алгоритм построения двойственных задач. Решение двойственной задачи линейного программирования; нахождение по решению двойственной задачи, решение прямой задачи. Экономическая интерпретация переменных и решений двойственной задачи. Решение транспортной задачи методом потенциалов.
<i>Темы практических/семинарских занятий</i>		
2.1	Двойственная задача. Транспортная задача	Понятие двойственности для симметричных задач линейного программирования. Алгоритм построения двойственной задачи. Несимметричные двойственные задачи. Основные теоремы двойственности и их экономическое содержание. Экономико-математическая модель транспортной задачи. Нахождение опорного плана поставок транспортной задачи. Критерий оптимальности плана и оценка свободных клеток. Метод потенциалов. Открытая транспортная задача. Решение задач на определение оптимального плана перевозок в электронных таблицах.
3	Нелинейное и динамическое программирование.	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
3.1	Задачи нелинейного программирования	Постановка задачи нелинейного программирования в общем виде. Геометрическая интерпретация задач нелинейного программирования.
3.2	Методы решения задач нелинейного программирования	Алгоритм решения задач нелинейного программирования методом множителей Лагранжа. Градиентные методы. Метод штрафных функций.
3.3.	Задачи динамического программирования	Задачи динамического программирования. Многошаговые задачи принятия решений. Формулировка задачи динамического программирования, примеры (задачи распределения ресурсов, управления запасами, сетевые). Метод динамического программирования. Принцип оптимальности и функция Беллмана. Общая характеристика задач, их экономическая и геометрическая интерпретация. Задача о путешествии. Задача о распределении средств между предприятиями.
<i>Темы практических/семинарских занятий</i>		
3.1	Задачи нелинейного программирования	Постановка задачи нелинейного программирования в общем виде. Геометрическая интерпретация задач нелинейного

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание
		программирования.
3.2	Методы решения задач нелинейного программирования	Алгоритм решения задач нелинейного программирования методом множителей Лагранжа. Градиентные методы. Метод штрафных функций.
3.3	Задачи динамического программирования	Формулировка задачи динамического программирования, примеры (задачи распределения ресурсов, управления запасами, сетевые). Метод динамического программирования. Принцип оптимальности и функция Беллмана. Общая характеристика задач, их экономическая и геометрическая интерпретация. Задача о путешествии. Задача о распределении средств между предприятиями.
4	Элементы теории матричных игр и теории систем массового обслуживания.	
<i>Содержание лекционного курса</i>		
4.1.	Элементы теории матричных игр	Основные понятия теории игр. Игры с нулевой суммой. Игры с чистыми стратегиями. Платежная матрица. Максимум, минимум, решение игры. Игры со смешанными стратегиями. Геометрическая интерпретация решения игры.
4.2	Элементы теории систем массового обслуживания	Одноканальные и многоканальные СМО с ожиданием. Обслуживание с преимуществами. Основные понятия и определения. Одноканальные и многоканальные системы массового обслуживания (СМО). Пуассоновский поток событий. Обслуживание с отказами, ожиданиями, приоритетами. Оптимизация обслуживания. Метод имитационного моделирования СМО.
<i>Темы практических/семинарских занятий</i>		
4.1	Элементы теории игр	Основные понятия теории игр. Игры с нулевой суммой. Игры с чистыми стратегиями. Платежная матрица. Максимум, минимум, решение игры.
4.2	Игры со смешанными стратегиями	Игры со смешанными стратегиями. Геометрическая интерпретация решения игры.
4.3	Элементы теории систем массового обслуживания	Одноканальные и многоканальные СМО с ожиданием. Обслуживание с преимуществами. Основные понятия и определения. Одноканальные и многоканальные системы массового обслуживания (СМО). Пуассоновский поток событий. Обслуживание с отказами, ожиданиями, приоритетами. Оптимизация обслуживания. Метод имитационного моделирования СМО.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Учебно-методическое обеспечение позволяет в полной мере реализовать основную образовательную программу по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями обучения), профиль Математика и Информатика.

Фонд обязательной и дополнительной литературы сформирован в соответствии с утвержденными минимальными нормативами обеспеченности вузов библиотечно-информационными ресурсами, утвержденными Приказом Минобрнауки России №1623 от 11.04.2001 г.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным

неограниченным доступом к нескольким электронно-библиотечным системам, электронным базам периодических изданий, к материалам Образовательного портала НФИ КемГУ.

Доступные ЭБС: **Лань** - <http://e.lanbook.com>, **Знаниум** - www.znanium.com, **Университетская библиотека онлайн** (базовая часть) - <http://biblioclub.ru>, **Юрайт** - www.biblio-online.ru. Доступ ко всем ЭБС из локальной сети НФИ КемГУ свободный, неограниченный, с домашних ПК – авторизованный. Необходима регистрация.

НФИ КемГУ является участником и пользователем **МЭБ (Межвузовская электронная библиотека)** - <https://icdlib.nspu.ru>. Доступ из локальной сети НФИ КемГУ свободный, неограниченный, с домашних ПК – авторизованный. Необходима регистрация

Базы данных периодики: **БД периодических изданий по общественным и гуманитарным наукам** ООО «ИВИС», <https://dlib.eastview.com>, **Научная электронная библиотека** – <http://elibrary.ru>. Доступ предоставляется только с ПК НФИ КемГУ

Самостоятельная работа обучающихся при изучении курса «Исследование операций» включает следующие виды работ:

- поиск и изучение информации по заданной теме;
- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение домашних заданий;
- выполнение индивидуального задания;
- составление конспекта темы, выделенной на самостоятельное изучение;
- составление терминологического словаря по разделу;
- реферат по теме, выделенной на самостоятельное изучение.

При выполнении самостоятельной работы студенты могут использовать учебные пособия по курсу «Исследование операций», разработанные преподавателями кафедры математики, физики и методики обучения НФИ КемГУ, научно-популярную, учебную литературу, указанную в рабочей программе.

№ п/п	Раздел программы	Самостоятельная работа студентов			Формы контроля
		Количество часов в соотв. с тематическим планом	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Виды самостоятельной работы	
1.	Линейное программирование	6	Построение математической модели задачи планирования производства. Задачи многокритериальной оптимизации. Метод искусственного базиса. Двойственный симплекс-метод. Экономическая интерпретация двойственности и анализ чувствительности оптимального решения. Применение электронных таблиц при решении оптимизационных задач.	Составление конспекта темы, выделенной на самостоятельное изучение; составление терминологического словаря по разделу	конспект

2.	Транспортная задача	6	<p>Транспортная задача с промежуточными пунктами.</p> <p>Транспортная задача с ограничениями на пропускную способность.</p>	<p>Составление конспекта темы, выделенной на самостоятельное изучение; составление терминологического словаря по разделу</p>	конспект
3.	Нелинейное и динамическое программирование	12	<p>Задачи выпуклого программирования.</p> <p>Теорема Куна-Таккера.</p> <p>Нахождение решения задач нелинейного программирования, содержащих сепарабельные функции.</p> <p>Градиентные методы решения задач нелинейного программирования.</p> <p>Метод Франка-Вульфа.</p> <p>Квадратичное программирование. Методы штрафных и барьерных функций.</p> <p>Решение задачи об использовании оборудования.</p> <p>Решение экономических задач методом динамического программирования.</p> <p>Алгоритм решения задачи коммивояжера с использованием электронных таблиц и онлайн-сервисов.</p>	<p>Составление конспекта темы, выделенной на самостоятельное изучение; составление терминологического словаря по разделу;</p>	конспект

4.	Элементы теории матричных игр и теории систем массового обслуживания	14	<p>Сведение задач теории игр к задачам линейного программирования.</p> <p>Игры с природой.</p> <p>Критерии для принятия решений.</p> <p>Бесконечные, непрерывные и многошаговые игры.</p> <p>Многоканальная система массового обслуживания с ожиданием и ограничением на длину очереди.</p> <p>Многоканальная система массового обслуживания с ожиданием и неограниченной очередью.</p> <p>Решение матричной игры в электронных таблицах.</p>	<p>Составление конспекта темы, выделенной на самостоятельное изучение; составление терминологического словаря по разделу;</p> <p>реферат по теме, выделенной на самостоятельное изучение.</p>	конспект
----	--	----	---	---	----------

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции* (или её части) / и ее формулировка – по желанию	наименование оценочного средства
1.	Модуль 1. Линейное программирование	СПК-1, СПК-6, ПК-11	Индивидуальное задание, собеседование
2.	Модуль №2. Транспортная задача	СПК-1, СПК-6, ПК-11	Индивидуальное задание, собеседование
3.	Модуль №3. Нелинейное и динамическое программирование.	СПК-1, СПК-6, ПК-11	Индивидуальное задание, собеседование, тестирование
4.	Модуль №4. Элементы теории матричных игр и теории систем массового обслуживания	СПК-1, СПК-6, ПК-11	Индивидуальное задание, собеседование
5.	Итоговая аттестация по курсу	СПК-1, СПК-6, ПК-11	Примерный перечень вопросов к зачету, зачет

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

В качестве формы итогового контроля знаний по дисциплине «Исследование операций» предусмотрен **зачёт**.

6.2.1. Зачет

Итоговый контроль по дисциплине проводится в форме зачета.

а) типовые темы вопросов обзорного характера:

1. Общая задача линейного программирования. Допустимый и оптимальный план задачи линейного программирования.
2. Каноническая и симметричная формы записи задачи линейного программирования.
3. Геометрическая интерпретация задач линейного программирования.
4. Симплекс-метод.
5. Правила построения двойственных задач.
6. Экономическая интерпретация двойственных задач.
7. Взаимосвязь решений прямой и двойственной задач.
8. Методы нахождения опорного плана транспортной задачи – метод северо-западного угла и метод минимального элемента.
9. Метод потенциалов для решения транспортной задачи.
10. Геометрическая интерпретация задач нелинейного программирования.
11. Метод множителей Лагранжа.
12. Метод штрафных функций.
13. Решение задачи о путешествии.
14. Решение задачи о распределении средств между предприятиями.
15. Модели систем и задачи массового обслуживания.
16. Матричные игры. Принцип минимакса
17. Игры в чистых и смешанных стратегиях.
- 18.

б) критерии оценивания компетенций (результатов)

Результаты зачета определяются оценками «зачтено», «не зачтено». При выставлении оценок учитывается уровень приобретенных компетенций обучающегося по составляющим «знать», «уметь», «владеть». Компонент «знать» оценивается теоретическими вопросами по содержанию дисциплины, компоненты «уметь» и «владеть» - практическими заданиями, индивидуальными заданиями. Важное значение имеют объем, глубина знаний, аргументированность и доказательность ответов обучающегося, а также его общий кругозор.

в) описание шкалы оценивания

При выставлении оценки экзаменатор руководствуется следующим:

«зачтено»

- если обучающийся знает основные математические методы получения, хранения, обработки, передачи и использования информации; основные методы решения задач исследования операций; дает логичные, аргументированные ответы на поставленные вопросы; может продемонстрировать применение теории на практике; методы математического и алгоритмического моделирования при постановке и решении задач прикладных разделов математики (исследование операций);

- если обучающийся знает наиболее широко используемые классы моделей - задачи линейного, нелинейного, динамического программирования, задачи теории игр и теории массового обслуживания; основные принципы оптимальности;

- если обучающийся умеет применять математический аппарат анализа и синтеза информационных систем, решать задачи дисциплины «Исследование операций»; пользоваться построением математических моделей для решения практических задач; исследовать класс моделей, к которому принадлежит полученная модель конкретной ситуации, применяя математическую теорию;

- если обучающийся умеет применять положения и методы исследования операций для решения задач, относящихся к темам дисциплины; моделировать практические задачи исследования операций;

- если обучающийся владеет современными формализованными математическими, информационно-логическими и логико-семантическими моделями и методами представления, сбора и обработки информации; методами математического и алгоритмического моделирова-

ния при постановке и решении задач прикладных разделов математики (исследование операций);

- если обучающийся владеет навыками применения практических приложений исследования операций в науке, производстве, сфере обслуживания, строительстве, военном деле и т.п.

Также оценка «зачтено» ставится, если обучающимся допущены незначительные неточности в ответах, которые он исправляет путем наводящих вопросов со стороны преподавателя.

«не зачтено»

обнаружено незнание или непонимание существенной части изученного материала; допущены существенные фактические ошибки, которые студент не может исправить; на большую часть вопросов студент не ответил или ответил неверно.

6.2.2 Наименование оценочного средства (в соответствии с таблицей п. 6.1)

Оценочными средствами являются:

- устный опрос (собеседование);
- контроль выполнения индивидуальных заданий;
- тестирование.

Контроль усвоения материала ведется регулярно в течение всего семестра на занятиях. С этой целью каждое выполненное обучающимися индивидуальное задание защищается в процессе занятия. При защите обучающийся в случае необходимости должен изложить преподавателю основные идеи и методы, положенные в основу задания, дать грамотную интерпретацию полученным результатам, сделать правильные практические выводы.

а) типовые индивидуальные задания – образец:

Задание 1.

Используя геометрическую интерпретацию, найдите решения задач.

1.1. Для производства столов и шкафов мебельная фабрика использует необходимые ресурсы. Нормы затрат ресурсов на одно изделие данного вида, прибыль от реализации одного изделия и общее количество имеющихся ресурсов каждого вида приведены в следующей таблице:

Ресурсы	Нормы затрат ресурсов на одно изделие		Общее количество ресурсов
	стол	шкаф	
Древесина (м ³):			
I вида	0,2	0,1	40
II вида	0,1	0,3	60
Трудоемкость (человеко-ч)	1,2	1,5	371,4
Прибыль от реализации одного изделия (руб.)	600	800	

Определить, сколько столов и шкафов следует изготавливать фабрике, чтобы прибыль от их реализации была максимальной.

1.2. Трикотажная фабрика использует для производства свитеров и кофточек чистую шерсть, силон и нитрон, запасы которых составляют соответственно 900, 400 и 300 кг. Количество пряжи каждого вида (в кг.), необходимой для изготовления 10 изделий, а также прибыль, получаемая от их реализации приведены в таблице:

Вид сырья	Затраты пряжи на 10 шт.	
	свитера	кофточки

Шерсть	4	2
Силон	2	1
Нитрон	1	1
Прибыль	60	50

Установить план выпуска изделий, максимизирующий прибыль.

1.3. Предприятие производит сборку автомашин двух марок: A_1 и A_2 . Для этого требуются следующие материалы: S_1 – комплекты заготовок металлоконструкций в количестве $b_1=17$ шт., необходимые для сборки автомашин A_1 и A_2 (соответственно 2 и 3 ед.); S_2 – комплекты резиновых изделий в количестве $b_2=11$ шт. (соответственно 2 и 1 ед.); S_3 – двигатели с арматурой и электрооборудованием в количестве $b_3=6$ комплектов, необходимых по одному для каждой автомашины марки A_1 ; S_4 – двигатели с арматурой и электрооборудованием в количестве $b_4=5$ комплектов, необходимых по одному для каждой автомашины марки A_1 . Стоимость автомашины марки A_1 – $C_1=7$ тыс. ден. ед., а автомашины A_2 – $C_2=5$ тыс. ден. ед. Определить план выпуска, обеспечивающий предприятию максимальную выручку.

1.4. Для производства двух видов изделий А и В используется токарное, фрезерное и шлифовальное оборудование. Нормы затрат времени для каждого из типов оборудования на одно изделие данного вида приведены в таблице. В ней же указан общий фонд рабочего времени каждого из типов оборудования, а также прибыль от реализации одного изделия.

Тип оборудования	Затраты времени (станко-ч) на обработку одного изделия		Общий фонд полезного рабочего времени оборудования (ч)
	А	В	
Фрезерное	10	8	168
Токарное	5	10	180
Шлифовальное	6	12	144
Прибыль от реализации одного изделия (руб.)	140	180	

Найти план выпуска изделий А и В, обеспечивающий максимальную прибыль от их реализации.

1.5. При подкормке посева нужно внести на 1 га. почвы не менее 8 единиц химического вещества А, 21 – вещества Б, 16 – вещества В. Совхоз закупает комбинированные удобрения двух видов I и II. В таблице указаны содержание химических веществ и цена на единицу веса каждого вида удобрений. Минимизировать расходы по закупке необходимого совхозу количества удобрений.

Химические вещества	Содержание вещества в единице веса удобрения	
	I	II
А	1	5
Б	12	3
В	4	4
Цена	5	2

Задание 2.

Цех выпускает три вида изделия. Производственные возможности цеха характеризуются данными, представленными в таблицах. Составить план производства продукции, обеспечивающий максимальный доход от реализации изделий.

Используя исходные данные и условия задачи, необходимо:

1. построить математическую модель задачи;

2. решить полученную задачу симплексным методом;
3. составить к ней двойственную;
4. по симплекс-таблице найти решение исходной и двойственной задач;
5. провести экономический анализ полученного решения, используя экономический смысл и свойства двойственных оценок:
 - а) определить влияние изменения единицы каждого из имеющихся видов ресурсов на величину целевой функции в оптимальном плане;
 - б) дефицитные и недефицитные ресурсы, остаток недефицитных ресурсов;
 - в) рентабельную и нерентабельную продукцию.

2.1.

Наименование ресурсов	Расход ресурсов на производство одного изделия			Объем ресурсов
	1 вида	2 вида	3 вида	
Оборудование (станко/час)	2	3	4	780
Сырье (тонн)	1	4	5	850
Электроэнергия (кВт-час)	3	4	2	790
Труд (чел.-час)	3	2	5	910
Цена одного изделия (руб)	18	9	7	

2.2.

Наименование ресурсов	Расход ресурсов на производство одного изделия			Объем ресурсов
	1 вида	2 вида	3 вида	
Оборудование (станко/час)	5	2	3	650
Сырье (тонн)	4	1	4	830
Электроэнергия (кВт-час)	5	3	4	830
Труд (чел.-час)	2	3	2	860
Цена одного изделия (руб)	16	10	9	

2.3.

Наименование ресурсов	Расход ресурсов на производство одного изделия			Объем ресурсов
	1 вида	2 вида	3 вида	
Оборудование (станко/час)	2	5	2	820
Сырье (тонн)	3	4	1	750
Электроэнергия (кВт-час)	4	5	3	800
Труд (чел.-час)	4	2	3	790
Цена одного изделия (руб)	12	8	8	

2.4.

Наименование ресурсов	Расход ресурсов на производство одного изделия			Объем ресурсов
	1 вида	2 вида	3 вида	
Оборудование (станко/час)	3	2	5	750
Сырье (тонн)	2	3	4	770
Электроэнергия (кВт-час)	1	4	5	760
Труд (чел.-час)	3	4	2	900
Цена одного изделия (руб)	11	11	6	

2.5.

Наименование ресурсов	Расход ресурсов на производство одного изделия			Объем ресурсов
	1 вида	2 вида	3 вида	
Оборудование (станко/час)	2	3	2	800
Сырье (тонн)	5	2	3	800
Электроэнергия (кВт-час)	4	1	4	810
Труд (чел.-час)	5	3	4	750
Цена одного изделия (руб)	14	12	10	

Задание 3.

Решить транспортную задачу.

3.1. а) $a_i=(60, 50, 40)$

$$b_j=(20, 30, 40, 60)$$

$$C_{ij}=\begin{pmatrix} 1 & 5 & 2 & 3 \\ 6 & 2 & 4 & 1 \\ 4 & 1 & 1 & 2 \end{pmatrix}$$

б) $a_i=(80, 40, 20)$

$$b_j=(20, 30, 30, 10)$$

$$C_{ij}=\begin{pmatrix} 2 & 3 & 2 & 4 \\ 3 & 2 & 5 & 1 \\ 4 & 3 & 2 & 6 \end{pmatrix}$$

3.2. а) $a_i=(60, 80, 100)$

$$b_j=(40, 60, 80, 60)$$

$$C_{ij}=\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 & 4 \\ 4 & 0 & 5 & 3 \\ 3 & 5 & 2 & 2 \end{pmatrix}$$

б) $a_i=(10, 15, 25)$

$$b_j=(5, 10, 10, 15)$$

$$C_{ij}=\begin{pmatrix} 2 & 7 & 3 & 4 \\ 3 & 5 & 6 & 2 \\ 1 & 2 & 5 & 6 \end{pmatrix}$$

3.3. а) $a_i=(100, 150, 150, 100)$

$$b_j=(75, 125, 100, 150, 50)$$

$$C_{ij}=\begin{pmatrix} 3 & 7 & 3 & 1 & 5 \\ 1 & 2 & 4 & 3 & 5 \\ 2 & 3 & 3 & 7 & 3 \\ 5 & 4 & 2 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

б) $a_i=(20, 150, 70)$

$$b_j=(10, 20, 50, 60)$$

$$C_{ij}=\begin{pmatrix} 1 & 3 & 2 & 1 \\ 4 & 2 & 1 & 2 \\ 2 & 3 & 3 & 2 \end{pmatrix}$$

3.4. а) $a_i=(35, 40, 50)$

$$b_j=(25, 20, 30, 50)$$

$$C_{ij}=\begin{pmatrix} 11 & 8 & 7 & 5 \\ 12 & 13 & 10 & 11 \\ 6 & 9 & 7 & 8 \end{pmatrix}$$

б) а) $a_i=(100, 200, 100)$

$$b_j=(150, 50, 100, 50)$$

$$C_{ij}=\begin{pmatrix} 7 & 3 & 6 & 2 \\ 6 & 4 & 5 & 3 \\ 2 & 3 & 1 & 4 \end{pmatrix}$$

3.5. а) $a_i=(35, 50, 40)$

$$b_j=(25, 20, 30, 50)$$

$$C_{ij}=\begin{pmatrix} 10 & 8 & 7 & 5 \\ 6 & 9 & 7 & 8 \\ 12 & 3 & 8 & 6 \end{pmatrix}$$

б) $a_i=(50, 70, 80)$

$$b_j=(50, 40, 100)$$

$$C_{ij}=\begin{pmatrix} 8 & 3 & 7 \\ 5 & 4 & 10 \\ 4 & 5 & 10 \end{pmatrix}$$

Задание 4.

Решить графическим методом задачу нелинейного программирования.

4.1. $f=2x_1 - 0,2x_1^2 + 3x_2 - 0,2x_2^2 \rightarrow \max$

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \leq 13, \\ 2x_1 + x_2 \leq 10; \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.$$

4.2. $f=2x_1 - 0,1x_1^2 + 3x_2 - 0,1x_2^2 \rightarrow \max$

$$\begin{cases} 5x_1 + 13x_2 \leq 51, \\ 15x_1 + 7x_2 \leq 105; \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.$$

4.3. $f=3x_1 - 0,3x_1^2 + 6x_2 - 0,3x_2^2 \rightarrow \max$

$$\begin{cases} 9x_1 + 8x_2 \leq 72, \\ x_1 + 2x_2 \leq 10; \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$$

4.4. $f=9(x_1-5)^2 + 4(x_2-6)^2 \rightarrow \max$

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 \geq 12, \\ x_1 + x_2 \leq 6, \\ x_2 \leq 4; \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$$

4.5. $f=4x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$

$$\begin{cases} x_1^2 - 2x_1 + x_2^2 - 2x_2 - 34 \leq 0, \\ x_1 \geq 1, \\ x_2 \geq 1. \end{cases}$$

Задание 5.

Найти условные экстремумы функции.

5.1. $f=6 - 4x_1 - 3x_2$, если $x_1^2 + x_2^2=1$.

5.2. $f=x_1 \cdot x_2$, если $x_1 + x_2=1$.

5.3. $f=\frac{x_1}{2} + \frac{x_2}{3}$, если $x_1^2 + x_2^2=1$.

5.4. $f=x_1^2 + x_2^2$, если $\frac{x_1}{2} + \frac{x_2}{3}=1$.

Задание 6.

В транспортной сети имеется несколько маршрутов, по которым можно доставлять груз из пункта 1 в пункт 10. Стоимость проезда C_{ij} между отдельными пунктами транспортной сети представлена в соответствующей таблице. Требуется определить оптимальный маршрут проезда из пункта 1 в пункт 10 с минимальными транспортными расходами.

6.1.

C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{25}	C_{26}	C_{35}	C_{36}	C_{37}	C_{46}	C_{47}	C_{58}	C_{59}	C_{68}	C_{69}	C_{78}	C_{79}	$C_{8,10}$	$C_{9,10}$

6.2.

C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{25}	C_{26}	C_{35}	C_{36}	C_{37}	C_{46}	C_{47}	C_{58}	C_{59}	C_{68}	C_{69}	C_{78}	C_{79}	$C_{8,10}$	$C_{9,10}$

6.3.

C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₂₅	C ₂₆	C ₃₅	C ₃₆	C ₃₇	C ₄₆	C ₄₇	C ₅₈	C ₅₉	C ₆₈	C ₆₉	C ₇₈	C ₇₉	C _{8,10}	C _{9,10}

6.4.

C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₂₅	C ₂₆	C ₃₅	C ₃₆	C ₃₇	C ₄₆	C ₄₇	C ₅₈	C ₅₉	C ₆₈	C ₆₉	C ₇₈	C ₇₉	C _{8,10}	C _{9,10}

6.5.

C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₂₅	C ₂₆	C ₃₅	C ₃₆	C ₃₇	C ₄₆	C ₄₇	C ₅₈	C ₅₉	C ₆₈	C ₆₉	C ₇₈	C ₇₉	C _{8,10}	C _{9,10}

Задание 7.

Имеются три предприятия, между которыми необходимо распределить 100 тыс. условных единиц средств. Значения прироста выпуска продукции на предприятиях в зависимости от выделенных средств X представлены в таблице. Составить оптимальный план распределения средств, позволяющий максимизировать общий прирост выпуска продукции.

7.1.

X	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$
20	9	11	16
40	18	19	32
60	24	30	40
80	38	44	57
100	50	59	70

7.2

X	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$
20	9	11	13
40	17	34	28
60	29	46	37
80	38	53	49
100	47	75	61

7.3.

X	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$
20	7	9	17
40	29	19	27
60	37	28	37

80	41	37	48
100	59	46	66

7.4.

X	f ₁ (x)	f ₂ (x)	f ₃ (x)
20	9	12	11
40	20	25	20
60	35	34	32
80	44	46	48
100	57	57	61

7.5.

X	f ₁ (x)	f ₂ (x)	f ₃ (x)
20	9	8	12
40	18	19	25
60	29	30	51
80	41	47	58
100	60	58	69

Задание 8.

Определите верхнюю и нижнюю цены игры и, если это возможно, то и седловую точку.

$$8.1. A = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 1 & 5 \\ 1 & -1 & 3 & 2 \\ 5 & 2 & -4 & 0 \\ -2 & 5 & -3 & -4 \end{pmatrix}$$

$$8.2. A = \begin{pmatrix} 2 & 3 & -1 & 4 \\ 3 & 2 & 4 & 1 \\ -4 & 3 & -1 & -2 \\ -5 & 5 & -3 & -4 \end{pmatrix}$$

$$8.3. A = \begin{pmatrix} 2 & 2 & 6 & 5 \\ 3 & 3 & 7 & 7 \\ 4 & 3 & 4 & 2 \\ 5 & 6 & 2 & 4 \end{pmatrix}$$

$$8.4. A = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 & 5 \\ 3 & 5 & 4 & 6 \\ 4 & 3 & 2 & 3 \\ 1 & 5 & 3 & 4 \end{pmatrix}$$

$$8.5. A = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 0 & 4 \\ 4 & 3 & 4 & 2 \\ 3 & 4 & 6 & 5 \\ 2 & 5 & 1 & 3 \end{pmatrix}$$

Задание 9.

Найти решение игры, заданной матрицей с использованием геометрической интерпретации. Для проверки геометрического решения провести алгебраические расчеты и сравнить результаты.

$$9.1. \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 5 & 2 \end{pmatrix} \quad 9.2. \begin{pmatrix} 6 & 9 \\ 7 & 4 \end{pmatrix} \quad 9.3. \begin{pmatrix} -1 & 5 \\ 4 & 3 \end{pmatrix} \quad 9.4. \begin{pmatrix} 4 & 1 \\ 2 & 4 \end{pmatrix}$$

$$9.5. \begin{pmatrix} 2 & 7 \\ 4 & 3 \end{pmatrix}$$

Задание 10.

Определить тип СМО (системы массового обслуживания) и найти требуемые параметры.

10.1. Железнодорожная сортировочная горка, на которую подается поток составов с интенсивностью $\lambda=2$ состава/ч., представляет собой одноканальную СМО с неограниченной очередью. Среднее время обслуживания состава на горке $t_{\text{обсл.}}=20$ мин. Найти среднее число составов в СМО, среднее число составов в очереди, среднее время пребывания состава в СМО, среднее время пребывания состава в очереди.

10.2. В результате наблюдений установлено, что интенсивность телефонных звонков диспетчеру жилищно-эксплуатационной конторы (ЖЭК), имеющих характер простейших пуассоновских потоков, составляет 1,1 вызовов в минуту, средняя продолжительность разговора (обслуживание клиента) составляет 2,3 мин. Определить характеристики работы диспетчера ЖЭК, а также количество обслуженных и необслуженных клиентов за 1 час работы. Сравнить фактическую пропускную способность с номинальной (когда каждый клиент обслуживается 2,5 мин.).

10.3. Имеется двухканальная СМО с отказами. На ее вход поступает поток заявок с интенсивностью $\lambda=4$ заявки в час. Среднее время обслуживания одной заявки $t_{\text{обсл.}}=0,8$ ч. Каждая обслуженная заявка приносит доход $C=120$ руб. Содержание каждого канала обходится в 80 руб/ч. Выгодно ли в экономическом отношении увеличить число каналов СМО до трех?

10.4. В мастерской по ремонту обуви в понедельник работает только один мастер, который выполняет заказ в среднем за 25 мин. Клиенты заходят в мастерскую в среднем каждые 35 мин. и, если мастер занят, - уходят. Определить характеристики работы обувной мастерской и отношение «заработанные деньги/не заработанные деньги», если средняя стоимость ремонта составляет 80 руб.

10.5. Подсчитать относительную и абсолютную пропускную способность, среднее число занятых каналов, среднее число заявок в очереди, среднее число заявок в СМО, среднее время пребывания заявки в очереди, среднее время пребывания заявки в СМО для одноканальной СМО и тремя местами в очереди при условиях: $\lambda=4$ заявки/ч, $t_{\text{обсл.}}=0,5$ ч. Как изменятся эти характеристики, если увеличить число мест в очереди до четырех?

Типовые задания итогового теста по дисциплине «Исследование операций»

(15 вопросов на 90 минут)

1. Привести к канонической форме следующую задачу линейного программирования:

$$f = 6x_1 + 5x_2 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 5x_1 + 11x_2 \geq 55, \\ x_1 + x_2 \leq 8, \\ 11x_1 + 3x_2 \geq 32 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$\begin{array}{l}
f = 6x_1 + 5x_2 \rightarrow \min \\
\left\{ \begin{array}{l} 5x_1 + 11x_2 - x_3 = 55, \\ x_1 + x_2 + x_4 = 8, \\ 11x_1 + 3x_2 - x_5 = 32 \end{array} \right. \\
x_j \geq 0 (j = \overline{1,5}) \\
-f = -6x_1 - 5x_2 \rightarrow \max
\end{array}
\quad
\begin{array}{l}
f = 6x_1 + 5x_2 \rightarrow \max \\
\left\{ \begin{array}{l} 5x_1 + 11x_2 - x_3 = 55, \\ x_1 + x_2 + x_4 = 8, \\ 11x_1 + 3x_2 - x_5 = 32 \end{array} \right. \\
x_j \geq 0 (j = \overline{1,5}) \\
-f = -6x_1 - 5x_2 \rightarrow \max
\end{array}
\quad
\begin{array}{l}
-f = -6x_1 - 5x_2 \rightarrow \max \\
\left\{ \begin{array}{l} 5x_1 + 11x_2 - x_3 = 55, \\ x_1 + x_2 + x_4 = 8, \\ 11x_1 + 3x_2 - x_5 = 32 \end{array} \right. \\
x_j \geq 0 (j = \overline{1,5}) \\
-f = -6x_1 - 5x_2 \rightarrow \max
\end{array}$$

$$\begin{array}{l}
4) \left\{ \begin{array}{l} 5x_1 + 11x_2 + x_3 = 55, \\ x_1 + x_2 + x_4 = 8, \\ 11x_1 + 3x_2 + x_5 = 32 \end{array} \right. \\
x_j \geq 0 (j = \overline{1,5})
\end{array}
\quad
\begin{array}{l}
5) \left\{ \begin{array}{l} 5x_1 + 11x_2 - x_3 = 55, \\ x_1 + x_2 - x_4 = 8, \\ 11x_1 + 3x_2 - x_5 = 32 \end{array} \right. \\
x_j \geq 0 (j = \overline{1,5})
\end{array}$$

2. Пусть предприятие может выпускать n различных видов продукции, известных под номерами, обозначаемыми индексом $j (j = \overline{1, n})$. Предприятие при производстве этих видов продукции должно ограничиваться имеющимися видами ресурсов. Пусть число ограничивающих факторов равно m ; припишем им индекс $i (i = \overline{1, m})$. Их количества равны соответственно $b_1, \dots, b_i, \dots, b_m$ единиц. C_j – цена реализации единицы продукции; a_{ij} – расход i -го ресурса на производство j -ой единицы продукции. Какие виды продукции, и в каком количестве нужно производить предприятию, чтобы обеспечить максимум объема реализации при имеющихся ресурсах. Составить математическую модель задачи

$$\begin{array}{l}
f = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \min \\
\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i (i = \overline{1, m}) \\ x_j \geq 0 (j = \overline{1, n}) \end{array} \right.
\end{array}
\quad
\begin{array}{l}
f = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max \\
\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i (i = \overline{1, m}) \\ x_j \geq 0 (j = \overline{1, n}) \end{array} \right.
\end{array}
\quad
\begin{array}{l}
f = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max \\
\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i (i = \overline{1, m}) \\ x_j \geq 0 (j = \overline{1, n}) \end{array} \right.
\end{array}$$

$$\begin{array}{l}
4) \left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_i (i = \overline{1, m}) \\ x_j \geq 0 (j = \overline{1, n}) \end{array} \right.
\end{array}
\quad
\begin{array}{l}
5) \left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i (i = \overline{1, m}) \\ x_j \geq 0 (j = \overline{1, n}) \end{array} \right.
\end{array}$$

3. Для всякого ли многогранника существует задача линейного программирования, допустимым множеством которой он является?

1. да, для всякого;
2. нет, только для многогранника, имеющего более трех вершин;
3. нет, только для многогранника с положительными координатами вершин;
4. нет, только для выпуклого многогранника;
5. нет, только для выпуклого многогранника с неотрицательными координатами вершин.

4. Оптимальным решением задачи линейного программирования

$$f = -3x_1 - 2x_2 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 7, \\ 2x_1 + x_2 \leq 8, \\ x_2 \leq 3 \end{cases} \quad \text{является:}$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

- 1) $x_1=2, x_2=3$; 2) $x_1=1, x_2=4$; 3) $x_1=3, x_2=2$; 4) $x_1=0, x_2=5$; 5) $x_1=4, x_2=0$.

5. Найти начальный опорный план задачи линейного программирования:

$$f = -5x_1 + 6x_3 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 2x_1 - 2x_3 + x_4 = 2, \\ 2x_1 + x_2 - x_3 = 3, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0 (j = \overline{1,4})$$

- 1) $X_0=(0; 0; 1; 3)$; 2) $X_0=(1; 0; 0; 2)$, 3) $X_0=(1; 3; 0; 0)$,
4) $X_0=(0; 3; 1; 0)$, 5) $X_0=(0; 3; 0; 2)$.

6. Разрешающий столбец в симплекс таблице определяется ($f \rightarrow \max$):

1. максимальным положительным элементом Δ_j в f -строке;
2. минимальным положительным элементом Δ_j в f -строке;
3. минимальным отрицательным элементом Δ_j в f -строке;
4. максимальным отрицательным элементом Δ_j в f -строке;
5. нулевым элементом Δ_j в f -строке.

7. Опорный план является оптимальным, если ($f \rightarrow \max$):

1. все оценки $\Delta_j \leq 0$ в f -строке
2. все оценки в f -строке $\Delta_j \geq 0$;
3. в столбце θ все величины $\frac{b_i}{a_{ik}} (i = \overline{1, m}) \geq 0$;
4. в столбце θ все величины $\frac{b_i}{a_{ik}} (i = \overline{1, m}) \leq 0$;
5. все оценки в f -строке $\Delta_j = 0 (j = \overline{1, n})$.

8. Дана задача линейного программирования

$$f = 7x_1 + 3x_2 - 3x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 3x_1 + 5x_2 - 4x_3 = 6, \\ 8x_1 + 2x_3 \leq 2, \end{cases}$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0$$

Если эта задача имеет решение, то какие знаки имеют переменные y_1 и y_2 двойственной задачи?

- 1). $y_1 \geq 0, y_2 \geq 0$;
- 2). $y_1 \leq 0, y_2 \geq 0$;
- 3). $y_1 \geq 0, y_2 \leq 0$;
- 4). y_1 - любой, $y_2 \geq 0$;

5). y_1 – любой, $y_2 \leq 0$;

9. На предприятии два цеха. Проведены оптимизационные расчеты по определению программы развития с минимальными затратами. Получены оптимальный план и двойственные оценки ограничений по загрузке мощностей двух цехов. Оказалось, что двойственная оценка ограничений на производственные мощности первого цеха равна нулю, а второго - строго положительна. Это означает, что:

1. Информации для ответа недостаточно;
2. Мощности обоих цехов недогружены;
3. Мощности обоих цехов использованы полностью;
4. Мощности цеха 1 использованы полностью, а цеха два недогружены;
5. Мощности цеха 1 недогружены, а цеха 2 использованы полностью.

10. Построить двойственную задачу к следующей задаче линейного программирования:

$$f = 3x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 \leq 6, \\ 4x_1 + x_2 \leq 4, \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

$$f^* = 6y_1 + 4y_2 \rightarrow \min$$

$$1). \begin{cases} 3y_1 + 4y_2 \leq 3, \\ 2y_1 + y_2 \leq 1, \end{cases}$$

$$y_1, y_2 \geq 0$$

$$f^* = 6y_1 + 4y_2 \rightarrow \max$$

$$4). \begin{cases} 3y_1 + 4y_2 + y_3 = 3, \\ 2y_1 + y_2 + y_4 = 1, \end{cases}$$

$$f^* = 6y_1 + 4y_2 \rightarrow \max$$

$$2). \begin{cases} 3y_1 + 4y_2 \leq 3, \\ 2y_1 + y_2 \leq 1, \end{cases}$$

$$y_1, y_2 \geq 0$$

$$f^* = 6y_1 + 4y_2 \rightarrow \min$$

$$5). \begin{cases} 3y_1 + 4y_2 - y_3 = 3, \\ 2y_1 + y_2 + y_4 = 1, \end{cases}$$

$$f^* = 6y_1 + 4y_2 \rightarrow \min$$

$$3). \begin{cases} 3y_1 + 4y_2 \geq 3, \\ 2y_1 + y_2 \geq 1, \end{cases}$$

$$y_1, y_2 \geq 0$$

11. Найти максимум функции $Z = (x_1 - 6)^2 + (x_2 - 2)^2$ при ограничениях

$$\begin{cases} 2x_1 + 5x_2 \leq 30, \\ 2x_1 + x_2 \leq 14, \end{cases}$$

, с помощью геометрической интерпретации.

$$x_1, x_2 \geq 0$$

- 1) 40; 2). 52; 3).16; 4). 68; 5). 44

12. Найти условный экстремум функции, используя метод множителей Лагранжа:

$$f = 6 - 4x_1 - 3x_2,$$

если

$$x_1^2 + x_2^2 = 1$$

- 1) 1; 2) 6; 3)11; 4)13,5; 5)15.

$$f = -x_1^2 - x_2^2 \rightarrow \max,$$

13. Дана задача нелинейного программирования: $(x_1 - 7)^2 + (x_2 - 7)^2 \leq 18$. Используя ме-

$$x_1, x_2 \geq 0$$

тод штрафных функций, найти X^1 , если известно, что $X^0 = (6; 7), \lambda = 0,1$.

- 1).(3,8 ; 4,5) 2).(4,8; 5,6) 3).(4,5; 3,8) 4). (5,6; 4,8) 5).(3,1; 4,5)

14. Решить задачу о путешествии. Стоимости проезда до каждого из промежуточных пунктов заданы:

$$\begin{array}{llll}
 C_{12}=1, & C_{25}=4, & C_{35}=4, & C_{910}=2, \\
 C_{57}=7, & C_{58}=8, & C_{36}=5, & C_{710}=8 \\
 C_{13}=2, & C_{68}=7, & C_{46}=6, & \\
 C_{14}=3, & C_{69}=3, & C_{810}=5, &
 \end{array}$$

Минимальные затраты на проезд равны: 1)11; 2)12; 3)13; 4) 14; 5)15.

15. Каждый из игроков А и В записывает одно из чисел 1,4,6 или 9, затем они одновременно показывают написанное. Если оба числа оказались одинаковой четности, то игрок А выигрывает столько очков, какова сумма этих чисел, если разной четности - выигрывает игрок В. Найти нижнюю α и верхнюю β чистые цены игры.

$$\begin{array}{llllll}
 1) \alpha = -7; & 2) \alpha = -10; & 3) \alpha = 2; & 4) \alpha = -15; & 5) \alpha = -2 \\
 \beta = 10; & \beta = 7; & \beta = 18; & \beta = 10; & \beta = 12
 \end{array}$$

б) критерии оценивания компетенций (результатов)

За каждое правильно выполненное задание (или пункт задания) индивидуального задания студент получает 2 балла, частично выполненное задание – 1 балл, за неправильно выполненное задание - 0 баллов.

Критерии устного собеседования:

2 балла - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания по рассматриваемому разделу дисциплины и умение уверенно применять их при решении практических задач;

1 балл – выставляется студенту, в ответе которого содержатся несущественные пробелы в знаниях теоретического материала, допускаются ошибки в выполнении заданий.

0 баллов - выставляется студенту, в ответе которого содержатся существенные пробелы в знаниях теоретического материала, допускаются принципиальные ошибки в выполнении заданий.

Проведение тестирования:

за правильный ответ теста испытуемый получает 1 балл, за неправильный или неуказанный ответ - 0 баллов.

6.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

В качестве формы итогового контроля знаний по дисциплине «Исследование операций» предусмотрен зачет. Обучающиеся, систематически работающие на занятиях, получают зачет по результатам накопительной системы, представленной в технологической карте.

Наименование оценочного средства	Типовые задания	Критерии оценивания	Шкалы оценивания
Устный опрос (собеседование)	Пример вопроса из раздела 6.2.1.	2 балла - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания по рассматриваемому разделу дис-	Обучающийся за ответ получает оценку «зачтено» - если набрано не менее 3 баллов.

		циплины и умение уверенно применять их при решении практических задач; 1 балл – выставляется студенту, в ответе которого содержатся несущественные пробелы в знаниях теоретического материала, допускаются ошибки в выполнении заданий. 0 баллов - выставляется студенту, в ответе которого содержатся существенные пробелы в знаниях теоретического материала, допускаются принципиальные ошибки в выполнении заданий.	
Индивидуальное задание	Типовое задание см. 6.2.2	За каждое правильно выполненное задание (студент получает 2 балла, частично выполненное задание – 1 балл, за неправильно выполненное задание - 0 баллов.	Обучающийся за выполнение работы получает оценку «зачтено» - если набрано не менее 1 балла за задачу.
Итоговый тест	Примеры вопросов к тесту см. 6.2.2.	за правильный ответ теста испытуемый получает 1 балл, за неправильный или неуказанный ответ - 0 баллов.	Обучающийся за выполнение итогового теста получает оценку «зачтено» - если набрано не менее 8 баллов.

Максимальное количество, которое может набрать студент по итогам изучения модулей дисциплины (в ходе текущей работы и её контроля) по обязательным формам работы, – **80 баллов**. Это составляет 80% от общего возможного количества баллов.

1. Посещение лекций и конспектирование добавляет в рейтинг студента по **1 баллу** за каждое занятие.

2. Посещение практического занятия с конспектированием – **1 балл**.

3. По итогам изучения каждого модуля студент выполняет индивидуальное задание, за выполнение которого, он может заработать до **5 баллов** и до **10 баллов** (в зависимости от модуля).

4. Публичное решение задачи на практическом занятии добавляет в рейтинг студента **1 балл**.

5. Составление конспекта или реферата по теме, выделенной на самостоятельное изучение, добавляет в рейтинг студента **8 баллов**.

Зачетное задание включает в себя 2 части: теоретическую и практическую. По теоретической части проводится собеседование, по итогам которого студент может набрать до **4 баллов**. Практическая часть представлена тестовыми заданиями, за выполнение которых студент может набрать до **16 баллов**.

Рейтинг студента по дисциплине определяется в результате суммирования данных текущей работы и итогового контроля. Максимальное число баллов – **100**. Студент, набравший по итогам работы в семестре менее **30 баллов**, не получает допуск к зачёту.

Оценка «зачтено» ставится в случае, если студент набирает **50–100 баллов**, «не зачтено» – ниже **50 баллов**.

В случае зачёта с оценкой набранные баллы переводятся в традиционные оценки по сле-

дующей шкале:

- 86 и более – «отлично»;
- 70–85 – «хорошо»;
- 50–69 – «удовлетворительно»;
- 49 и менее – «неудовлетворительно».

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) Основная литература

1. Горлач, Б. А. Исследование операций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б. А. Горлач. — Электронные текстовые данные. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 442 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/4865/>
2. Ржевский, С. В. Исследование операций [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электронные текстовые данные. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 476 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/32821/>
3. Математические методы и модели исследования операций : учебник / под ред. В. А. Коллемаева. — Эл. текстовые данные. - Москва : Юнити-Дана, 2015. - 592 с. : ил., табл., граф. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-238-01325-1. — Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=114719>

б) Дополнительная литература

1. Вентцель, Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология [Текст] : учебное пособие / Е. С. Вентцель. - 5-е изд. ; стер. - Москва : КноРус, 2010. - 191 с. Количество: 10
2. Васин, А. А. Исследование операций [Текст] : учебное пособие для вузов / А. А. Васин, П. С. Краснощеков, В. В. Морозов. - Москва : Академия, 2008. - 464 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Доступные ЭБС: Лань - <http://e.lanbook.com>, Знаниум - www.znanium.com, Университетская библиотека онлайн (базовая часть) - <http://biblioclub.ru>, Юрайт - www.biblio-online.ru. Доступ ко всем ЭБС из локальной сети НФИ КемГУ свободный, неограниченный, с домашних ПК – авторизованный. Необходима регистрация.

НФИ КемГУ является участником и пользователем МЭБ (Межвузовская электронная библиотека) - <https://icdlib.nspu.ru>. Доступ из локальной сети НФИ КемГУ свободный, неограниченный, с домашних ПК – авторизованный. Необходима регистрация

Базы данных периодики: БД периодических изданий по общественным и гуманитарным наукам ООО «ИВИС», <https://dlib.eastview.com>, Научная электронная библиотека – <http://elibrary.ru>. Доступ предоставляется только с ПК НФИ КемГУ

Университетская информационная система РОССИЯ (УИС Россия) – <http://uisrussia.msu.ru> - база электронных ресурсов для образования и исследований в области экономики, социологии, политологии, международных отношений и других гуманитарных наук. Письмо 01/08 – 104 от 12.02.2015. Срок – бессрочно. Доступ предоставляется из локальной сети НФИ КемГУ.

www.nns.ru – Национальная электронная библиотека.

www.rambler.ru/ – Поисковая система.

www.yandex.ru/ – Поисковая система.

<http://mathematics.ru/> - Учебный материал по различным разделам математики.

www.exponenta.ru - Примеры применения математических пакетов в образовательном процессе.

www.fismat.ru - Высшая математика для студентов – интегралы и производные, ряды; лекции,

задачи, учебники.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Исследование операций» поможет студентам в организации самостоятельной работы по освоению курса. Учебная программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом ВО. В ней приведены подробный план лекций по каждой изучаемой теме, список основной и дополнительной литературы; материалы по подготовке к практическим занятиям, содержащие планы проведения занятий, задания для самостоятельной работы. В рабочей программе представлены типовые задания, охватывающие все разделы курса, которые позволят проверить уровень усвоения изученного материала. Прежде чем приступить к выполнению заданий для самостоятельной работы, студентам необходимо прослушать курс лекций по данному разделу, изучить рекомендуемую литературу и приступить к выполнению задания. В рабочую программу включен также список вопросов к зачету по изучаемой дисциплине.

Дисциплина построена путем последовательного изучения основных разделов курса: классификация задач исследования операций, методы их решения, рассмотрение этапов решения задач исследования операций. Немаловажным является умение применения математического аппарата, используемого в теории исследования операций.

Студентам, изучающим дисциплину «Исследование операций» рекомендуется: обязательное посещение лекций преподавателя, подготовка к практическим занятиям (проработка материалов лекций, рекомендованной учебной литературы), активная работа на практических занятиях, выполнение и сдача в указанный преподавателем срок индивидуальных заданий, заданий для самостоятельной работы. Более сложные задачи курса «Исследование операций» могут решаться студентами в курсовых и дипломных работах.

Рекомендуемая организация деятельности обучающегося в зависимости от вида учебных занятий представлена в таблице:

<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Организация деятельности обучающегося</i>
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Индивидуальное задание	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме.
Самостоятельная работа	При самостоятельном изучении дисциплины следует пользоваться графиком организации самостоятельной работы обучающихся. Прежде всего необходимо изучить литературу по соответствующей теме, обращая внимание на наиболее важные моменты, определяющие понимание соответствующего раздела. При изучении курса самостоятельно и при подготовке к семинарским занятиям следует обратить внимание на контрольные вопросы. Каждый из указанных вопросов необходимо самостоятельно повторить по учебнику и решить указанные преподавателем контрольные задания. Не рекомендуется приступать к работе над следующей темой, пока твердо не усвоена предыдущая.

Подготовка к за- чету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на кон- спекты лекций, рекомендуемую основную и дополнительную ли- тературу.
--------------------------	---

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Лекции читаются с использованием слайд-презентаций.

При обучении студентов дисциплине «Исследование операций» используются Интернет-тренажёры на едином портале Интернет-тестирования в сфере образования www.fepo.ru. Интернет-тренажёры включают теоретический минимум по отдельным дисциплинам, варианты решения заданий, практический материал для самоконтроля с целью закрепления знаний студентов.

Студент входит в личный кабинет преподавателя по своему логину и паролю и проходит тестирование по отдельным темам и разделам дисциплины. Интернет-тренажёры позволяют оценить уровень знаний студентов по дисциплине и подготовить студентов не только к ФЭПО тестированию, но и к промежуточной и итоговой аттестации.

Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

В качестве образовательных технологий во время изучения дисциплины «Исследование операций» применяются различные формы активизации лекций и практических занятий, в частности использование в обучении принципов проблемности и диалогового общения. Часть лекций проводится с использованием метода анализа конкретных ситуаций, проводятся проблемно-ориентированные лекции.

Часть аудиторных занятий проводится в активных и интерактивных формах (поиск решения поставленных задач в малых группах, проверка индивидуальных (лабораторных) заданий студентами друг у друга, самостоятельная подготовка теоретического материала и представление его на практическом занятии).

Дискуссия. Дискуссия предполагает целенаправленное обсуждение конкретного вопроса, сопровождающееся обменом мнениями, идеями между двумя и более лицами. Задача дискуссии - обнаружить различия в понимании вопроса и в споре установить истину. Групповая дискуссия (обсуждение вполголоса). Для проведения такой дискуссии все студенты, присутствующие на практическом занятии, разбиваются на небольшие подгруппы, которые обсуждают те или иные вопросы, входящие в тему занятия. Обсуждение организуется двояко: либо все подгруппы анализируют один и тот же вопрос, либо какая-то крупная тема разбивается на отдельные задания. Результаты обсуждения таковы: составление списка интересных мыслей, выступление одного или двух членов подгрупп с докладами, составление плана действий. Очень важно в конце дискуссии сделать обобщения, сформулировать выводы, показать, к чему ведут ошибки и заблуждения, отметить все идеи и находки группы.

Работа в малых группах. Групповое обсуждение кого-либо вопроса направлено на достижение лучшего взаимопонимания и нахождения истины. Групповое обсуждение способствует лучшему усвоению изучаемого материала. Оптимальное количество участников - 4-6 человек. Перед обучающимися ставится проблема, выделяется определенное время, в течение которого они должны подготовить аргументированный обдуманый ответ. В результате группового обсуждения вырабатывается групповое решение совместно с преподавателем. Разнообразием группового обсуждения является круглый стол.

Анализ конкретных ситуаций. Конкретная ситуация – это любое событие, которое содержит в себе противоречие или вступает в противоречие с окружающей средой. Ситуации могут нести в себе как позитивный, так и отрицательный опыт. Все ситуации делятся на простые, критические и экстремальные.

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

Информационная инфраструктура физико-математического и технолого-экономического факультета обеспечивается 1 Интернет-сервером, 115 единиц вычислительной техники, из которых 93 используются в учебном процессе. Организована работа 6 компьютерных классов.

Лабораторное оборудование предоставлено согласно требованиям и полностью обеспечивает необходимыми приборами преподавание дисциплин профиля технология. В составе лабораторного обеспечения лаборатория электромагнетизма, лаборатория демонстрационного эксперимента, лаборатория механики, лаборатория электротехники, радиотехники и автоматики.

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Форма использования</i>	<i>Ответственный</i>
1.	Видеопроектор	2	Демонстрация материалов лекций, семинарских, практических занятий.	лаборант кафедры
2.	Сетевой сервер	1	Организация дистанционной формы обучения, контакт обучающегося с преподавателем, доступ к образовательным ресурсам	лаборант кафедры
3.	Персональные компьютеры	12	Доступ к образовательным ресурсам во время самостоятельной работы обучающихся, работа с мультимедийными материалами на практических занятиях	лаборант кафедры

12. Иные сведения и (или) материалы

12.1. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Рекомендации по организации учебного процесса для слабослышащих и неслышащих студентов:

- внимательно следить за собственной артикуляцией звуков, давая возможность слабослышащим студентам читать по губам;
- дублировать звуковую информацию зрительной, активно пользоваться доской;
- обеспечивать достаточную информативность и выразительность предлагаемого учебного материала, в том числе, наглядных средств обучения, используя схемы, диаграммы, рисунки, компьютерные презентации, анимацию, гиперссылки и т.д.;

- при изучении нового материала опираться на усвоенный ранее материал, знакомые образы предметов и т.д.;
- уделять повышенное внимание профессиональной терминологии, в том числе, её обязательной визуализации и контролю её усвоения;
- основывать учебное сотрудничество с такими студентами, прежде всего, на визуальном контакте, использовать невербальные средства коммуникации;
- при необходимости повторять информацию, перефразировав сказанное;
- следить за логикой изложения материала, тем самым, облегчая её восприятие слабослышащим студентам;
- разрешается пользоваться специальными техническими средствами (звукоусиливающей аппаратурой);
- используется разнообразный наглядный материал (схемы, таблицы, мультимедийные презентации);
- в работе с маломобильными обучающимися предусматривается возможность консультаций посредством электронной почты и программы Skype;
- все устные задания предоставляются в письменном виде.

Рекомендации по организации учебного процесса для слабовидящих студентов:

- обеспечивать поступление информации по сохранным каналам восприятия;
- обеспечивать возможность восприятия зрительной информации (крупный шрифт, яркость цветов);
- уделять внимание варьированию одной и той же информации;
- использовать принцип максимального снижения зрительных нагрузок, в том числе, и при работе с компьютером; чередовать зрительные нагрузки с другими видами деятельности;
- рекомендовать слабовидящим студентам использовать диктофоны (например, на лекциях);
- комментировать свои действия, надписи на доске и т.д.;
- при возможности использовать тактильные ощущения студентов;
- использовать возможности программного обеспечения для облегчения восприятия зрительной информации и для озвучивания учебного материала;
- уделять внимание развитию самостоятельности и активности студентов, способствовать автономности учебного процесса;
- обеспечивать практическое применение полученных знаний и формированию практических навыков;
- проводить физкультминутки, включая упражнения для глаз;
- предоставляются учебно-методические материалы шрифтом Times New Roman 26;
- создаются условия для использования собственных увеличивающих устройств, специальных технических средств, диктофонов;
- в работе с маломобильными обучающимися предусматривается возможность консультаций посредством электронной почты и программы Skype;
- все письменные задания для данной категории обучающихся озвучиваются.

Рекомендации по организации учебного процесса для лиц с нарушениями функций опорно-двигательного аппарата:

- предоставляются мультимедийные материалы по изучаемым дисциплинам;
- разрешается использование собственных компьютерных средств.
- в работе с маломобильными обучающимися предусматривается возможность консультаций посредством электронной почты и программы Skype.

12.2 Занятия, проводимые в интерактивных формах

№ п/п	Раздел, тема дисциплины	Объем аудиторной работы в интерактивных формах по видам занятий (час.)			Формы работы
		Лекц.	Практич.	Лабор.	
1.	Линейное программирование.				
	Линейное программирование. Геометрическая интерпретация задач линейного программирования. Симплекс-метод.	2	2		Технология сотрудничества (работа в малых группах)
2.	Динамическое программирование.				
	Элементы динамического программирования.	2	2		Кейс-технология (работа в парах и группах)
	ИТОГО по дисциплине:	4	4		8

Составитель (и): Фомина А.В., доцент каф. МФиМО

(фамилия, инициалы и должность преподавателя (ей))