

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт экономики

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол № 10 от 02.12.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Теория систем и системный анализ

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
09.03.03 - Прикладная информатика

Направленность образовательной программы
Прикладная информатика в экономике

Форма обучения
очная, заочная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.17 Теория систем и системный анализ относится к обязательной части образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1: Демонстрирует знание принципов сбора, отбора и обобщения информации, базирующихся на системном подходе УК-1.2: Демонстрирует умение соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности УК-1.3: Демонстрирует наличие практического опыта работы с информационными источниками, опыта научного поиска и представления научных результатов	УК-1.1: Знать какие математические методы можно использовать для анализа и управления экономическими системами. УК-1.2: Уметь использовать полученные знания для осуществления анализа экономических объектов и управленческих ситуаций УК-1.3: Владеть навыками принятия оптимальных решений, основанных на использовании экономико-математических методов.	Контрольная работа	Экзамен: Задания Контрольные вопросы
ОПК-6: Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	ОПК-6.1: Демонстрирует знание основ теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного	ОПК-6.1: Знать основы теории систем и системного анализа, экономико-математического моделирования, линейного программирования, теории двойственности. ОПК-6.2: Уметь применять методы теории	Отчет по лабораторным работам	Экзамен: Задания Контрольные вопросы

	<p>моделирования ОПК-6.2: Применяет методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятий решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий ОПК-6.3: Имеет практический опыт выполнения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий</p>	<p>систем и системного анализа, экономико-математического моделирования для автоматизации задач принятия решений в экономико-управленческой сфере. ОПК-6.3: Владеть навыками построения математических моделей и анализа эффективности функционирования экономических и информационных систем.</p>		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	заочная
Общая трудоемкость, з.е.	4	4
Часов по учебному плану	144	144
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	32	4
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	48	12
- КСР	2	2
самостоятельная работа	26	117
Промежуточная аттестация	36 Экзамен	9 Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них	Самостоятельная работа

			Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы		Всего		обучающегося, часы		
	ОФ	ЗФ	ОФ	ЗФ	ОФ	ЗФ	ОФ	ЗФ	ОФ	ЗФ	
Тема 1.	14	14	4	2	6	2	10	4	4	10	
Тема2.	32	43	10	2	14	4	24	6	8	37	
Тема 3.	28	32	8		12	2	20	2	8	30	
Тема 4.	20	22	6		10	2	16	2	4	20	
Тема 5.	12	22	4		6	2	10	2	2	20	
Аттестация	36	9									
КСР	2	2						2	2		
Итого	144	144	32	4	48	12	82	18	26	117	

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1.

Системный подход к задачам принятия решений

Тема 2.

Моделирование экономических систем с помощью линейных математических моделей

Тема 3.

Теория двойственности в линейном программировании

Тема 4.

Послеоптимизационный анализ задач линейного программирования

Тема 5.

Задачи линейного программирования транспортного типа

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

«Теория систем и системный анализ», <https://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=4704>.

Иные учебно-методические материалы:

Для самостоятельной работы по дисциплине используется электронный ресурс: Громницкий В.С. Экономика-математическое моделирование. Учебно-методическое пособие. – Н. Новгород, ННГУ, Фонд электронных образовательных ресурсов, № 1568.17.07, 2017. – 114с. Режим доступа www.unn.ru/rus/books/resources.html

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции УК-1:

Задача 1

Предприятие выпускает два вида продукции, используя три типа ресурсов. Известны запасы каждого ресурса, нормы затрат каждого ресурса на единицу каждой продукции, прибыль от единицы каждой продукции.

Определить план выпуска продукции, обеспечивающий получение наибольшей суммарной прибыли. Суммарный объем двух видов продукции должен быть не менее d .

Построить математическую модель. Решить симплекс-методом. Иллюстрировать решение графически.

Принятые обозначения: A – матрица норм затрат сырья (a_{ij} – затраты i -го ресурса на единицу j -ой продукции), \bar{b} – вектор запасов ресурсов, \bar{c} – вектор прибыли от единицы продукции.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 2 & 4 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \bar{b} = \begin{pmatrix} 20 \\ 58 \\ 11 \end{pmatrix} \quad \bar{c} = (12, 17) \quad d = 15$$

Задача 2

Предприятие выпускает два вида продукции, используя три типа ресурсов. Известны запасы каждого ресурса, нормы затрат каждого ресурса на единицу каждой продукции, прибыль от единицы каждой продукции.

Определить план выпуска продукции, обеспечивающий получение наибольшей суммарной прибыли. Суммарный объем двух видов продукции должен быть не менее d .

Построить математическую модель. Решить симплекс-методом. Иллюстрировать решение графически.

Принятые обозначения: A – матрица норм затрат сырья (a_{ij} – затраты i -го ресурса на единицу j -ой продукции), \bar{b} – вектор запасов ресурсов, \bar{c} – вектор прибыли от единицы продукции.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 3 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \quad \bar{b} = \begin{pmatrix} 120 \\ 90 \\ 60 \end{pmatrix} \quad \bar{c} = (5, 7) \quad d = 35$$

Задача 3

Предприятие выпускает два вида продукции, используя три типа ресурсов. Известны запасы каждого ресурса, нормы затрат каждого ресурса на единицу каждой продукции, прибыль от единицы каждой продукции.

Определить план выпуска продукции, обеспечивающий получение наибольшей суммарной прибыли. Суммарный объем двух видов продукции должен быть не менее d .

Построить математическую модель. Решить симплекс-методом. Иллюстрировать решение графически.

Принятые обозначения: A – матрица норм затрат сырья (a_{ij} – затраты i -го ресурса на единицу j -ой продукции), \bar{b} – вектор запасов ресурсов, \bar{c} – вектор прибыли от единицы продукции.

$$A = \begin{pmatrix} 5 & 2 \\ 3 & 4 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \quad \bar{b} = \begin{pmatrix} 120 \\ 160 \\ 90 \end{pmatrix} \quad \bar{c} = (80, 90) \quad d = 25$$

Задача 4

Предприятие выпускает два вида продукции, используя три типа ресурсов. Известны запасы каждого ресурса, нормы затрат каждого ресурса на единицу каждой продукции, прибыль от единицы каждой продукции.

Определить план выпуска продукции, обеспечивающий получение наибольшей суммарной прибыли. Суммарный объем двух видов продукции должен быть не менее d .

Построить математическую модель. Решить симплекс-методом. Иллюстрировать решение графически.

Принятые обозначения: A – матрица норм затрат сырья (a_{ij} – затраты i -го ресурса на единицу j -ой продукции), \bar{b} – вектор запасов ресурсов, \bar{c} – вектор прибыли от единицы продукции.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 1 \\ 10 & 3 \end{pmatrix} \quad \bar{b} = \begin{pmatrix} 8 \\ 7 \\ 30 \end{pmatrix} \quad \bar{c} = (4, 6) \quad d = 4$$

Задача 5

Предприятие выпускает два вида продукции, используя три типа ресурсов. Известны запасы каждого ресурса, нормы затрат каждого ресурса на единицу каждой продукции, прибыль от единицы каждой продукции.

Определить план выпуска продукции, обеспечивающий получение наибольшей суммарной прибыли. Суммарный объем двух видов продукции должен быть не менее d .

Построить математическую модель. Решить симплекс-методом. Иллюстрировать решение графически.

Принятые обозначения: A – матрица норм затрат сырья (a_{ij} – затраты i -го ресурса на единицу j -ой продукции), \bar{b} – вектор запасов ресурсов, \bar{c} – вектор прибыли от единицы продукции.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 6 & 1 \\ 2 & 1 \end{pmatrix} \quad \bar{b} = \begin{pmatrix} 3 \\ 6 \\ 4 \end{pmatrix} \quad \bar{c} = (3, 5) \quad d = 0.5$$

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
не зачтено	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ОПК-6:

Лабораторная 1. Изучение свойств области допустимых решений задачи линейного программирования.

1.1 По содержательному описанию экономической задачи построить математическую модель задачи линейного программирования. Привести задачу к канонической форме. В канонической форме модель должна содержать 3-4 ограничения и 5-6 переменных.

1.2 Найти все базисные решения с помощью диалоговой системы решения и анализа задач линейного программирования IBLP или Visual Simplex.

1.3 Решить задачу графически в пространстве двух произвольно выбранных свободных переменных. Произвести вручную необходимые для этого преобразования задачи к симметричной форме. Отобразить на графике все базисные решения, выделить среди них опорные.

1.4 Повторить все геометрические построения в пространстве двух других свободных переменных.

1.5 Пользуясь полученными графиками, сформулировать свойства области допустимых решений задачи линейного программирования. Объяснить, в каких случаях число базисных решений будет меньше теоретически возможного.

Лабораторная работа 2. Решение задачи линейного программирования симплекс-методом. Варианты разрешимости задачи.

2.1 По содержательному описанию экономической задачи построить математическую модель задачи линейного программирования.

2.2 Найти начальный опорный план методом вспомогательной задачи и оптимальное решение симплекс-методом вручную и в обучающем режиме работы диалоговой системы решения и анализа задач линейного программирования IBLP, Visual Simplex. Объяснить правила перехода от одной симплекс-таблицы к другой (признак оптимальности, возможность улучшения плана, выбор переменных, вводимой и выводимой из базиса).

2.3 Изменить условия задачи так, чтобы:

- задача имела единственное оптимальное решение;
- задача имела множество оптимальных решений. Записать его параметрически;
- задача была неразрешима из-за неограниченности целевой функции;
- задача была разрешима при неограниченности области допустимых решений;
- задача имела вырожденное оптимальное решение.
- задача была неразрешима из-за несовместности системы ограничений;

Сформулировать аналитические признаки указанных ситуаций.

Дать геометрическую интерпретацию каждого варианта.

2.5 Для сгенерированной задачи линейного программирования с 10 ограничениями и 15 переменными в симметричной форме найти оптимальные решения задач максимизации и минимизации симплекс-методом в обучающем режиме работы диалоговой системы IBLP, Visual Simplex. В отчете привести количество итераций, общее время решения каждой задачи и среднее время, затраченное на одну итерацию.

Лабораторная работа 3. Теория двойственности в задачах линейного программирования.

3.1 По содержательной постановке экономической задачи построить математическую модель задачи линейного программирования.

3.2 Выбрать метод (симплекс-метод, метод искусственного базиса или двойственный симплекс-метод) и решить задачу с помощью диалоговой системы решения и анализа задач линейного программирования IBLP, Visual Simplex. Привести в отчете симплекс-таблицу полученного оптимального решения.

3.3 Дать экономическую интерпретацию полученного оптимального решения.

3.4 Построить двойственную задачу. Дать экономическую интерпретацию двойственной задачи.

3.5 Получить оптимальное решение двойственной задачи четырьмя способами:

- с помощью диалоговой системы IBLP, Visual Simplex;
- по второй теореме двойственности;
- через матрицу, обратную к базисной;
- из оптимальной симплекс-таблицы прямой задачи.

Сравнить полученные результаты.

3.5 Дать экономическую интерпретацию трех теорем двойственности.

Лабораторная работа 4. Послеоптимизационный анализ задач линейного программирования. Выполнить послеоптимизационный анализ задачи, поставленной и решенной в третьей лабораторной работе. Привести экономическую интерпретацию всех производимых изменений условий задачи.

4.1 Анализ чувствительности оптимального решения задачи к изменению свободных членов ограничений.

- Найти интервалы устойчивости двойственных оценок к изменению свободных членов ограничений.
- Найти оптимальные решения при конкретных изменениях свободных членов ограничений внутри и вне интервалов устойчивости.
- Найти область устойчивости двойственных оценок к одновременному изменению двух свободных членов ограничений. Построить эту область графически. Найти оптимальные решения при конкретных изменениях внутри и вне области.
- Поставить и решить с помощью диалоговой системы IBLP, Visual Simplex задачу анализа дополнительно закупаемых объемов ресурсов задачи объемного планирования с целью обеспечения наибольшей эффективности планирования.

4.2 Анализ чувствительности оптимального решения задачи к изменению коэффициентов целевой функции.

- Найти интервалы устойчивости оптимального решения к изменению коэффициентов целевой функции при базисных и свободных переменных.
- Найти оптимальные решения при конкретных изменениях коэффициентов внутри и вне интервалов устойчивости.

4.3 Анализ чувствительности оптимального решения задачи к изменению технологических коэффициентов.

- Найти интервалы устойчивости оптимального решения к изменению технологических коэффициентов при свободных переменных оптимального решения.
- Найти оптимальные решения при конкретных изменениях технологических коэффициентов внутри и вне интервалов устойчивости.

4.4 Определить оптимальное решение задачи при введении новой переменной.

4.5 Определить оптимальное решение задачи при введении нового ограничения.

Лабораторная работа 5. Транспортные задачи линейного программирования.

5.1 Сформулировать содержательно постановку экономической задачи, описываемой линейной математической моделью транспортного типа.

5.2 По содержательному описанию экономической задачи построить математическую модель. Размерность транспортной таблицы должна быть 4 x 5.

5.3 Найти начальный опорный план методами северо-западного угла, минимального элемента, методом последовательной максимальной загрузки произвольно выбранных коммуникаций, методом Фогеля. Сравнить решения по значению критерия.

5.4 Найти оптимальное решение задачи методом потенциалов.

5.5 Изменить условия так, чтобы задача описывалась открытой моделью с запрещенными перевозками. Используя полученное в пункте 4 решение в качестве начального опорного, найти оптимальное решение методом потенциалов.

5.6 Решить транспортную задачу с ограничениями на пропускную способность коммуникаций.

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
не зачтено	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели	Имеется минимальный набор навыков для решения	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартны	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартны	Продемонстрированы навыки при решении нестандарт	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартны

	вследствие отказа обучающегося от ответа	место грубые ошибки	стандартны х задач с некоторым и недочетами	х задач с некоторым и недочетами	х задач без ошибок и недочетов	ных задач без ошибок и недочетов	х задач
--	--	---------------------	---	----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	---------

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции УК-1

Задание 1

Для производства тканей четырех артикулов используется два вида сырья - синтетическая и шерстяная пряжа. Запасы сырья составляют 40 и 30 кг соответственно. Нормы затрат каждого сырья на единицу продукции даны в таблице

Артикул	1	2	3	4
Сырье				
Синтетическая пряжа (кг/м)	2	1	1	0

Шерстяная пряжа (кг/м)	1	1	3	1

Цены единицы продукции составляют 4, 3, 6, 1 тыс. руб/м соответственно.

1. Построить математическую модель и определить план производства, максимизирующий суммарный доход.
2. Построить двойственную задачу, найти ее решение. Дать экономическую интерпретацию задачи и ее оптимального решения.
3. Оценить целесообразность закупки шерстяной пряжи по цене 1.5 тыс. руб./кг. Если закупка целесообразна, то в каких объемах?

Задание 2

Семья из 10 человек обеспечивает потребность в витаминах А, В, С закупкой абрикосов и яблок по цене соответственно 90 и 30 руб. за кг. Содержание витаминов в продуктах (в миллиграммах на килограмм продукта) указано в таблице

Витамины	А	В	С
Продукт			
Абрикосы	1	1	2
Яблоки	0	1	1

Ежедневная потребность в витаминах составляет 0.2, 0.5 и 0.8 мг соответственно.

1. Построить математическую модель и определить план закупок продуктов наименьшей стоимости.
2. Построить двойственную задачу, найти ее решение. Дать экономическую интерпретацию задачи и ее оптимального решения.
3. Определить изменение плана закупок и его стоимости, если потребность в витаминах изменяется с 0.2, 0.5, 0.8 до 0.4, 0.6, 1.1 мг соответственно.

Задание 3

Целлюлозно-бумажный комбинат на берегу озера Байкал может работать по двум технологическим режимам. По первому в течение смены расходуется 100 м³ древесины, производится 50 т целлюлозы, 60 ц лигнитов (материалы, используемые в химической промышленности) и сбрасывается в озеро 10 кг отравляющих веществ. По второму технологическому режиму за смену расходуется 120 м³ древесины, производится 75 т целлюлозы, 30 ц лигнитов и сбрасывается в озеро 25 кг отравляющих веществ.

Годовой план производства составляет 15 тыс. т целлюлозы и 1.2 тыс. т лигнитов. Предельно допустимые годовые нормы выброса отравляющих веществ составляют 5 тонн.

1. Построить математическую модель и определить время работы комбината по каждой технологии, обеспечивающее выполнение плана при минимальном расходе древесины.
2. Построить двойственную задачу, найти ее решение. Дать экономическую интерпретацию задачи и ее оптимального решения.
3. Определить, как изменяется оптимальное решение и значение критерия, если учесть ограничения на кислотные выбросы в атмосферу. За одну смену по первой технологии выбрасывается 1 кг, по второй - 3 кг кислотных выбросов. Предельно допустимые годовые нормы - 360 кг.

Задание 4

Для производства двух типов деталей может быть использовано четыре технологии. Количество производимых деталей за час времени работы по технологии указано в таблице.

Технология	1	2	3	4
Деталь				
I	1	1	0	1
II	2	0	1	1

План производства деталей составляет 50 и 60 деталей соответственно. Затраты на обеспечение часа работы по каждой технологии составляют 8, 3, 4 и 5 тыс. руб. соответственно.

1. Построить математическую модель и определить интенсивность (время) использования каждой технологии для выполнения плана с минимальными затратами.
2. Построить двойственную задачу, найти ее решение. Дать экономическую интерпретацию задачи и ее оптимального решения.

3. Построить область устойчивости двойственных оценок. Как изменяется решение и оптимальное значение критерия, если план по деталям первого типа возрастает на 20, второго - на 30 деталей?

Задание 5

В состав полиметаллических руд, добываемых на шахтах А и В входят свинец, цинк, медь. Содержание цветных металлов (в кг/т) в руде шахт даны в таблице

Металл Шахта	Свинец	Цинк	Медь
А	3	1	1
В	1	3	1

Руда поступает на переработку с целью получения чистых цветных металлов. Затраты на добычу и переработку 1 т. руды составляют для шахты А 10 тыс. руб., для шахты В - 20 тыс. руб. Ежедневные нормы производства цветных металлов составляют 60, 60 и 40 кг соответственно.

1. Построить математическую модель и определить оптимальный дневной план добычи и переработки с точки зрения минимизации затрат.
2. Построить двойственную задачу, найти ее решение. Дать экономическую интерпретацию задачи и ее оптимального решения.
3. Как изменится план добычи и оптимальные затраты, если суточная норма производства меди возрастет на 10%, цинка - уменьшится на 15%?

Задание 6

Детали трех типов Д1, Д2, Д3 должны быть выпущены в количестве 100, 70, 80 соответственно. Детали могут производиться цехами Ц1, Ц2, Ц3, Ц4. Мощности цехов не позволяют произвести деталей больше 40, 110, 90 и 60 соответственно, причем детали Д2 не могут производиться в цехе Ц4. Затраты на производство каждой детали заданы в таблице. Мощности четвертого цеха должны быть использованы полностью.

Определить план производства деталей из условия минимизации суммарных затрат.

Деталь	Д1	Д2	Д3
Цех			
Ц1	1	3	2
Ц2	2	5	3
Ц3	6	5	5
Ц4	4	-	4

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ОПК-6

Задача 1

На предприятии производят школьные парты и стулья. На стул расходуется 1 кг железа, 1 кг дерева и 1 литр лака; на стол – 1 кг железа, 4 кг дерева и 2 кг лака.

Определить план производства, обеспечивающий максимальный доход. Количество проданной продукции должно быть не менее 30. Запасы дерева составляют 160 кг, железа 90 кг, а лака – 100л. Прибыль от 1 стула – 100 руб., стола – 300 р.

Задача 2

Предприятие выпускает 2 вида продукции: вату стерильную (медицинскую) и вату нестерильную. Для их изготовления используется 3 вида сырья: хлопковый линт, целлюлозный линт и щелочь. Для изготовления 1 кипы стерильной ваты требуется: 12 кг хлопкового линта, 5 кг целлюлозного линта и 3 кг щелочи. Для изготовления 1 кипы нестерильной ваты требуется: 15 кг хлопкового линта, 2 кг целлюлозного линта и 2 кг щелочи. Запасы хлопкового линта 1800 кг, целлюлозного линта 400 кг, щелочи 300 кг. Доход от 1 кипы стерильной ваты составляет 2000 руб., а от 1 кипы нестерильной ваты 800 руб. Найти план производства, обеспечивающий максимальный суммарный доход, если учесть, что общее количество продукции должно быть не менее 10 кип.

Задача 3

В состав рациона кормления ребенка входят 4 продукта-смеси «Вини», «Крошка», «Бэби», «Фрисолак», содержащие витамины А, В и С. Содержание витаминов (в мг на 100 грамм соответствующего продукта), минимальные нормы их потребления приведены в таблице:

Витамины				
Продукт	А (мг/100г)	В (мг/100г)	С (мг/100г)	Стоимость 100 г смеси руб
«Вини»	10	4	2	16
«Крошка»	24	3	1	13

«Бэби»	36	2	1	20
«Фрисолак»	30	5	2	28
Нормы потребления	100мг	17мг	8мг	

Определить оптимальный рацион кормления ребенка из условия минимальной стоимости питания.

Задача 4

Предприятие «Альянс» занимается выпуском 2 видов конфет в коробках: «Ассорти» и «Птичье молоко». Для производства указанных продуктов расходуется 4 вида ресурсов, запасы которых ограничены. В таблице приведены данные о затратах.

Вид ресурса	Норма расхода на 1 коробку гр.		Общее кол-во ресурса
	«Ассорти»	«Птичье молоко»	
Сгущенное молоко	100	80	8000
Орехи	60	70	4200
Какао	90	60	5400
Сахар	10	20	1000

Доход от 1 коробки конфет «Ассорти» составляет 9 рублей, а от «Птичье молоко» - 7 рублей.

Составить такой план выпуска продукции, при котором общий доход от реализации товаров будет максимальным.

Задача 5

Цех производит тетради двух видов. Для производства одной тетради первого вида требуется 48 листов бумаги, одна пружина-скрепитель и две картонные обложки. Для производства одной тетради второго вида требуется 12 листов бумаги и две картонные обложки. Запасы ресурсов составляют: бумаги 18000 листов, пружин 400, картонных обложек 1200. Всего требуется произвести не менее 500 тетрадей.

Тетради первого вида стоят 10 рублей, второго вида – 5 рублей за штуку.

Определить план производства тетрадей, максимизирующий суммарный доход.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции УК-1

Вопросы
1. Оптимизационный подход в задачах моделирования экономических систем.
2. Примеры прикладных задач линейного программирования.
3. Этапы построения линейных математических моделей.
4. Экономическая интерпретация двойственных задач ЛП.
5. Экономическая интерпретация первой теоремы двойственности.
6. Экономическая интерпретация второй теоремы двойственности.
7. Экономическая интерпретация третьей теоремы двойственности.
8. Значение теории двойственности для теории и практики линейного программирования.

9. Задачи линейного программирования транспортного типа. Постановка задачи и особенности математической модели.

10. Постановка задачи математического программирования.

5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-6

Вопросы

1. Различные формы моделей задач ЛП.

2. Каноническая форма модели задачи ЛП. Приведение к канонической форме.

3. Симметричная форма модели задачи ЛП. Приведение к симметричной форме.

4. Геометрическая интерпретация и графическое решение задачи ЛП.

5. Доказать теорему о выпуклости множества допустимых решений задачи ЛП.

6. Угловые точки выпуклого множества. Доказать, что оптимальное решение задачи ЛП достигается в угловой точке.

7. Опорные и базисные решения задачи ЛП. Базис опорного плана. Способы разложения векторов условий и вектора ограничений задачи ЛП по векторам базиса.

8. Доказать теорему о связи опорных решений с угловыми точками области допустимых решений.

9. Симплекс-метод решения задачи ЛП.

10. Представление параметров задачи ЛП через базисные вектора опорного плана.

11. Доказать признак оптимальности опорного плана.

12. Доказать теорему о возможности улучшения опорного плана.

13. Доказать условие неограниченности целевой функции задачи ЛП.

14. Доказать теорему о возможности построения нового опорного плана, улучшающего текущий опорный план.

15. Обосновать признак альтернативности оптимального плана.

16. Вырожденная задача ЛП и особенности ее решения.

17. Правила построения симплекс таблиц.

18. Способы построения начального опорного плана.

19. Метод вспомогательной задачи определения начального опорного плана задачи линейного программирования.

20. Метод искусственного базиса решения задачи линейного программирования.

21. Особенности применения метода искусственного базиса для задачи ЛП в симметричной форме с ограничениями типа больше или равно.

22. Векторное представление элементов симплекс-таблиц.

23. Методика построения двойственных задач ЛП.

24. Доказать взаимную сопряженность пары двойственных задач.

25. Доказать основное неравенство теории двойственности.

26. Доказать достаточное условие оптимальности планов пары двойственных задач.

27. Доказать первую теорему двойственности.

28. Доказать необходимое и достаточное условие разрешимости задач двойственной пары.

29. Варианты разрешимости задач двойственной пары.

30. Доказать вторую теорему двойственности.

31. Двойственный критерий оптимальности решения задачи ЛП.

32. Проверка оптимальности плана задачи ЛП с использованием свойств взаимосопряженной пары двойственных задач.

33. Определение оптимального решения двойственной задачи по оптимальному решению исходной задачи ЛП.

34. Доказать третью теорему двойственности.

35. Послеоптимизационный анализ задачи ЛП. Обзор возможностей.

36. Доказать условие устойчивости двойственных оценок при изменении свободных членов ограничений задачи ЛП.

37. Построение области и интервалов устойчивости двойственных оценок.

38. Анализ чувствительности оптимального решения задачи ЛП к изменению свободных членов ограничений.

39. Анализ чувствительности оптимального решения задачи ЛП к изменению коэффициентов целевой функции.

40. Анализ чувствительности оптимального решения задачи ЛП к изменению технологических коэффициентов.

41. Послеоптимизационный анализ задачи ЛП. Добавление нового вида производственной деятельности.

- | |
|--|
| 42. Послеоптимизационный анализ задачи ЛП. Добавление нового ограничения. |
| 43. Двойственный симплекс-метод решения задач ЛП. |
| 44. Необходимые и достаточные условия разрешимости транспортной задачи. |
| 45. Лемма о ранге матрицы ограничений транспортной задачи. |
| 46. Необходимые и достаточные условия опорного плана транспортной задачи. |
| 47. Обзор способов построения начального опорного плана транспортной задачи. |
| 48. Построение начального опорного плана транспортной задачи методами северо-западного угла и минимального элемента. |
| 49. Построение начального опорного плана транспортной задачи методом Фогеля. |
| 50. Двойственная задача к транспортной и ее экономическая интерпретация. |
| 51. Теоремы двойственности для транспортной задачи. |
| 52. Признак оптимальности решения транспортной задачи. |
| 53. Определение коммуникации, маршрута, цикла. Правило построения замкнутых маршрутов. |
| 54. Метод потенциалов решения транспортной задачи. |
| 55. Вырожденная транспортная задача и особенности ее решения. |
| 56. Альтернативные оптимальные решения транспортной задачи. |
| 57. Открытые модели транспортных задач и способы их сведения к закрытым моделям. |
| 58. Методы решения транспортных задач с запрещенными перевозками. |
| 59.. Решение транспортных задач с ограничениями на пропускную способность коммуникаций. |
| 60. Метод потенциалов решения транспортных задач с ограничениями на пропускную способность коммуникаций. |
| 61. Анализ транспортных задач на чувствительность к изменению объемов производства-потребления. |
| 62. Анализ транспортных задач на чувствительность к изменению удельных транспортных затрат. |

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Громницкий Владимир Семенович. Экономико-математическое моделирование : учебно-методическое пособие / В. С. Громницкий ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского, Институт экономики и предпринимательства. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2017. - 114 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=823227&idb=0>.
2. Таха Хэмди А. Введение в исследование операций : в 2 кн. Кн. 1 / пер. с англ. В. Я. Алтаева [и др.]. - М. : Мир, 1985. - 479 с. : ил. - 2.30., 3 экз.
3. Таха Хэмди А. Введение в исследование операций : в 2 кн. Кн. 2 / пер. с англ. В. Я. Алтаева [и др.]. - М. : Мир, 1985. - 496 с. : ил. - 2.50., 3 экз.
4. Вдовин Виктор Михайлович. Теория систем и системный анализ : Учебник / Российский университет кооперации; Российский университет кооперации; Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. - 7. - Москва : Издательско-торговая корпорация "Дашков и К", 2023. - 642 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-394-05339-9., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=875664&idb=0>.
5. Кориков Анатолий Михайлович (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники). Теория систем и системный анализ : Учебное пособие / Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2024. - 288 с. - (Высшее образование). - ВО -

Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-019357-1. - ISBN 978-5-16-100291-9.,
<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=889176&idb=0>.

6. Антонов Александр Владимирович. Системный анализ : Учебник / Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", ф-л Обнинский институт атомной энергетики. - 4-е изд. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2020. - 366 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-011865-9. - ISBN 978-5-16-104344-8.,
<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=629716&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Булыгина Ольга Валентиновна. Системный анализ в управлении : Учебное пособие / Московский энергетический институт; Московский энергетический институт. - 2. - Москва : Издательство "ФОРУМ", 2021. - 450 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-00091-427-4. - ISBN 978-5-16-105749-0. - ISBN 978-5-16-012979-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=769545&idb=0>.

2. Волкова В.Н. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: Справочник : учебное пособие / Волкова В.Н.; Емельянов А.А. - Москва : Финансы и статистика, 2021. - 847 с. - ISBN 978-5-00184-041-1., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=774367&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Диалоговая система решения и анализа задач линейного программирования IBLP.
2. Пакет прикладных программ Visual Simplex.
3. Пакет прикладных программ SimplexWin.
4. Инструментальные средства Excel.
5. Электронно-библиотечная система «Лань»: <http://e.lanbook.com/>.
6. Электронно-библиотечная система «Znanium.com»: <http://znanium.com/>.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 09.03.03 - Прикладная информатика.

Автор(ы): Громницкий Владимир Семенович, кандидат технических наук, доцент.

Рецензент(ы): Визгунов Александр Николаевич, кандидат экономических наук.

Заведующий кафедрой: Трифонов Юрий Васильевич, доктор экономических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 12.11.2024, протокол № 5.