

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 и предпринимательства

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума

Ученого совета ННГУ

протокол от «14» декабря 2021 г. № 4

Рабочая программа дисциплины

Теория систем и системный анализ

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

09.03.03 Прикладная информатика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Прикладная информатика в экономике

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная, очно-заочная, заочная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2022 год

Лист актуализации

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК
__ __ 2019 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2019-2020 учебном году на заседании кафедры
информационных технологий и инструментальных методов в экономике

Протокол от 05 марта 2019 г. № 8
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК
__ __ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры
информационных технологий и инструментальных методов в экономике

Протокол от 14 апреля 2020 г. № 4
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК
__ __ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры
информационных технологий и инструментальных методов в экономике

Протокол от 05 марта 2021 г. № 3
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК
__ __ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2022-2023 учебном году президиумом
Ученого совета ННГУ

Протокол от 14 декабря 2021 г. № 4
Зав. кафедрой _____

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.17 Теория систем и системный анализ относится к обязательной части учебного плана ООП 09.03.03 Прикладная информатика.

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	
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.	Знать какие математические методы можно использовать для анализа и управления экономическими системами.	Собеседование, отчет о выполнении лабораторных работ.
	УК-1.2. Демонстрирует умение соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности.	Уметь использовать полученные знания для осуществления анализа экономических объектов и управленческих ситуаций	Собеседование, контрольные задания, отчет о выполнении лабораторных работ.
	УК-1.3. Демонстрирует наличие практического опыта работы с информационными источниками, опыта научного поиска и представления научных результатов	Владеть навыками принятия оптимальных решений, основанных на использовании экономико-математических методов.	Контрольные задания, отчет о выполнении лабораторных работ.
ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением	ОПК-6.1. Способен использовать знания основ теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов	Знать основы теории систем и системного анализа, экономико-математического моделирования, линейного программирования, теории двойственности.	Собеседование, отчет о выполнении лабораторных работ.

методов системного анализа и математического моделирования	оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования.		
	ОПК-6.2. Способен применять 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.	Уметь применять методы теории систем и системного анализа, экономико-математического моделирования для автоматизации задач принятия решений в экономико-управленческой сфере.	Собеседование, контрольные задания, отчет о выполнении лабораторных работ.
	ОПК-6.3. Способен проводить инженерные расчеты основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий	Владеть навыками построения математических моделей и анализа эффективности функционирования экономических и информационных систем.	Контрольные задания, отчет о выполнении лабораторных работ.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ	4 ЗЕТ	4 ЗЕТ
Часов по учебному плану	144	144	144
в том числе			
аудиторные занятия (контактная работа):	82	34	18

- занятия лекционного типа	32	16	4
- занятия семинарского типа	48	16	12
самостоятельная работа	26	74	117
КСР	2	2	2
Промежуточная аттестация – экзамен	36	36	9

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)			в том числе															Самостоятельная работа обучающегося, часы		
				Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы																	
				из них																	
	Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа			Всего											
Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная				
Тема 1. Системный подход к задачам принятия решений	14	16	14	4	2	2	6		2			10	2	4	4	14	10				
Тема 2. Моделирование экономических систем с помощью линейных математических моделей	32	23	49	10	4	2	8	2	4	6	2		24	8	6	8	15	37			
Тема 3. Теория двойственности в линейном программировании	28	23	42	8	4		8	2	2	4	2		20	8	2	8	15	30			
Тема 4. Послеоптимизационный анализ задач линейного программирования	20	21	32	6	2		6	2	2	4	2		16	6	2	4	15	20			
Тема 5. Задачи линейного программирования транспортного типа	12	23	32	4	4		4	2	2	2	2		10	8	2	2	15	20			
В т.ч. текущий контроль	2	2	2										2	2	2						

Промежуточная аттестация - экзамен	36	36	9															
Итого	144	144	144	32	16	4	32	8	12	16	8		80	34	16	26	74	117

Практические занятия (семинарские занятия /лабораторные работы) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает: выполнение проекта, решение прикладной задачи кейса.

На проведение практических занятий (семинарских занятий /лабораторных работ) в форме практической подготовки отводится 8 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП:

- Участие в проведении переговоров с заказчиком и презентация проектов;
- Участие в организации работ по управлению проектами информационных систем;
- Взаимодействие с заказчиком в процессе реализации проекта;
- Сбор и анализ детальной информации для формализации предметной области проекта и требований пользователей заказчика, интервьюирование ключевых сотрудников заказчика;
- Формирование и анализ требований к информатизации и автоматизации прикладных процессов, формализация предметной области проекта.

- компетенций - ОПК-6.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий практического типа.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Цель самостоятельной работы - формирование навыков непрерывного самообразования и профессионального совершенствования.

Самостоятельная работа способствует формированию аналитического и творческого мышления, совершенствует способы организации исследовательской деятельности, воспитывает целеустремленность, системность и последовательность в работе студентов, развивает у них навык завершать начатую работу.

Основные виды самостоятельной работы студентов:

- работа с основной и дополнительной литературой;
- изучение категориального аппарата дисциплины;
- самостоятельное изучение тем дисциплины;
- подготовка докладов-презентаций;
- подготовка к экзамену;
- работа в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет.

Работа с основной и дополнительной литературой

Изучение рекомендованной литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, затем переходить к научным монографиям и материалам периодических изданий. Работа с литературой предусматривает конспектирование наиболее актуальных и

познавательных материалов. Это не только мобилизует внимание, но и способствует более глубокому осмыслению материала, его лучшему запоминанию, а также позволяет студентам проводить систематизацию и сравнительный анализ изучаемой информации. Таким образом, конспектирование – одна из основных форм самостоятельного труда, которая требует от студента активно работать с учебной литературой и не ограничиваться конспектом лекций.

Студент должен уметь самостоятельно подбирать необходимую литературу для учебной и научной работы, уметь обращаться с предметными каталогами и библиографическим справочником библиотеки.

Изучение категориального аппарата дисциплины

Изучение и осмысление экономических категорий требует проработки лекционного материала, выполнения практических заданий, изучение словарей, энциклопедий, справочников.

Индивидуальная самостоятельная работа студента направлена на овладение и грамотное применение экономической терминологии в области компьютерного моделирования.

Самостоятельное изучение тем дисциплины

Особое место отводится самостоятельной проработке студентами отдельных разделов и тем изучаемой дисциплины. Такой подход вырабатывает у студентов инициативу, стремление к увеличению объема знаний, умений и навыков, всестороннего овладения способами и приемами профессиональной деятельности.

Изучение вопросов определенной темы направлено на более глубокое усвоение основных категорий экономической теории, понимание экономических процессов, происходящих в обществе, совершенствование навыка анализа теоретического и эмпирического материала.

Подготовка докладов-презентаций

Написание докладов и подготовка презентации позволяет студентам глубже изучить темы курса, самостоятельно освоить изучаемый материал, пользуясь учебными пособиями и научными работами. Тема реферата может назначаться преподавателем или инициироваться студентом.

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проходит в виде экзамена и предусматривает оценку. Условием успешного прохождения промежуточной аттестации является систематическая работа студента в течение семестра. В этом случае подготовка к экзамену является систематизацией всех полученных знаний по данной дисциплине.

Рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к экзамену, а также использовать в процессе обучения программу, учебно-методический комплекс, другие методические материалы.

Желательно спланировать троекратный просмотр материала перед экзаменом. Во-первых, внимательное чтение с осмыслением, подчеркиванием и составлением краткого плана ответа. Во-вторых, повторная проработка наиболее сложных вопросов. В-третьих, быстрый просмотр материала или планов ответов для его систематизации в памяти.

Самостоятельная работа в библиотеке

Важным аспектом самостоятельной подготовки студентов является работа с библиотечным фондом.

Это работа предполагает различные варианты повышения профессионального уровня студентов:

- а) получение книг для подробного изучения в течение семестра на научном абонементе;
- б) изучение книг, журналов, газет - в читальном зале;
- в) возможность поиска необходимого материала посредством электронного каталога;
- г) получение необходимых сведений об источниках информации у сотрудников библиотеки.

Изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам. Необходимо помнить об оформлении ссылок на Интернет-источники.

Для повышения эффективности самостоятельной работы студентов преподавателю целесообразно использовать следующие виды деятельности:

- консультации,
- выдача заданий на самостоятельную работу,
- информационное обеспечение обучения,
- контроль качества самостоятельной работы студентов.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный курс «Теория систем и системный анализ» по адресу <https://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=4704>, созданный в системе электронного обучения ННГУ - <https://e-learning.unn.ru/>.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности 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, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность	При решении стандартных задач не продемонстрированы	Продemonstrированы основные умения.	Продemonstrированы все основные умения.	Продemonstrированы все основные умения.	Продemonstrированы все основные умения,	Продemonstrированы все основные умения,.

	ть оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	ированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1 Контрольные вопросы

Вопросы	Код формируемой компетенции
1. Оптимизационный подход в задачах моделирования экономических систем.	УК-1
2. Примеры прикладных задач линейного программирования.	УК-1
3. Этапы построения линейных математических моделей.	УК-1
4. Различные формы моделей задач ЛП.	ОПК-6
5. Каноническая форма модели задачи ЛП. Приведение к канонической форме.	ОПК-6
6. Симметричная форма модели задачи ЛП. Приведение к симметричной форме.	ОПК-6
7. Геометрическая интерпретация и графическое решение задачи ЛП.	ОПК-6
8. Доказать теорему о выпуклости множества допустимых решений задачи ЛП.	ОПК-6
9. Угловые точки выпуклого множества. Доказать, что оптимальное решение задачи ЛП достигается в угловой точке.	ОПК-6
10. Опорные и базисные решения задачи ЛП. Базис опорного плана. Способы разложения векторов условий и вектора ограничений задачи ЛП по векторам базиса.	ОПК-6
11. Доказать теорему о связи опорных решений с угловыми точками области допустимых решений.	ОПК-6
12. Симплекс-метод решения задачи ЛП.	ОПК-6
13. Представление параметров задачи ЛП через базисные вектора опорного плана.	ОПК-6
14. Доказать признак оптимальности опорного плана.	ОПК-6
15. Доказать теорему о возможности улучшения опорного плана.	ОПК-6
16. Доказать условие неограниченности целевой функции задачи ЛП.	ОПК-6
17. Доказать теорему о возможности построения нового опорного плана, улучшающего текущий опорный план.	ОПК-6
18. Обосновать признак альтернативности оптимального плана.	ОПК-6
19. Вырожденная задача ЛП и особенности ее решения.	ОПК-6
20. Правила построения симплекс таблиц.	ОПК-6

21. Способы построения начального опорного плана.	ОПК-6
22. Метод вспомогательной задачи определения начального опорного плана задачи линейного программирования.	ОПК-6
23. Метод искусственного базиса решения задачи линейного программирования.	ОПК-6
24. Особенности применения метода искусственного базиса для задачи ЛП в симметричной форме с ограничениями типа больше или равно.	ОПК-6
25. Векторное представление элементов симплекс-таблиц.	ОПК-6
26. Методика построения двойственных задач ЛП.	ОПК-6
27. Экономическая интерпретация двойственных задач ЛП.	УК-1
28. Доказать взаимную сопряженность пары двойственных задач.	ОПК-6
29. Доказать основное неравенство теории двойственности.	ОПК-6
30. Доказать достаточное условие оптимальности планов пары двойственных задач.	ОПК-6
31. Доказать первую теорему двойственности.	ОПК-6
32. Экономическая интерпретация первой теоремы двойственности.	ОПК-6
33. Доказать необходимое и достаточное условие разрешимости задач двойственной пары.	ОПК-6
34. Варианты разрешимости задач двойственной пары.	ОПК-6
35. Доказать вторую теорему двойственности.	ОПК-6
36. Экономическая интерпретация второй теоремы двойственности.	ОПК-6
37. Двойственный критерий оптимальности решения задачи ЛП.	ОПК-6
38. Проверка оптимальности плана задачи ЛП с использованием свойств взаимосопряженной пары двойственных задач.	ОПК-6
39. Определение оптимального решения двойственной задачи по оптимальному решению исходной задачи ЛП.	ОПК-6
40. Доказать третью теорему двойственности.	ОПК-6
41. Экономическая интерпретация третьей теоремы двойственности.	ОПК-6
42. Послеоптимизационный анализ задачи ЛП. Обзор возможностей.	ОПК-6
43. Доказать условие устойчивости двойственных оценок при изменении свободных членов ограничений задачи ЛП.	ОПК-6
44. Построение области и интервалов устойчивости двойственных оценок.	ОПК-6
45. Анализ чувствительности оптимального решения задачи ЛП к изменению свободных членов ограничений.	ОПК-6
48. Анализ чувствительности оптимального решения задачи ЛП к изменению коэффициентов целевой функции.	ОПК-6

49. Анализ чувствительности оптимального решения задачи ЛП к изменению технологических коэффициентов.	ОПК-6
50. Послеоптимизационный анализ задачи ЛП. Добавление нового вида производственной деятельности.	ОПК-6
51. Послеоптимизационный анализ задачи ЛП. Добавление нового ограничения.	ОПК-6
52. Двойственный симплекс-метод решения задач ЛП.	ОПК-6
53. Значение теории двойственности для теории и практики линейного программирования.	УК-1
54. Задачи линейного программирования транспортного типа. Постановка задачи и особенности математической модели.	УК-1
55. Необходимые и достаточные условия разрешимости транспортной задачи.	ОПК-6
56. Лемма о ранге матрицы ограничений транспортной задачи.	ОПК-6
57. Необходимые и достаточные условия опорного плана транспортной задачи.	ОПК-6
58. Обзор способов построения начального опорного плана транспортной задачи.	ОПК-6
59. Построение начального опорного плана транспортной задачи методами северо-западного угла и минимального элемента.	ОПК-6
60. Построение начального опорного плана транспортной задачи методом Фогеля.	ОПК-6
61. Двойственная задача к транспортной и ее экономическая интерпретация.	ОПК-6
62. Теоремы двойственности для транспортной задачи.	ОПК-6
63. Признак оптимальности решения транспортной задачи.	ОПК-6
64. Определение коммуникации, маршрута, цикла. Правило построения замкнутых маршрутов.	ОПК-6
65. Метод потенциалов решения транспортной задачи.	ОПК-6
66. Вырожденная транспортная задача и особенности ее решения.	ОПК-6
67. Альтернативные оптимальные решения транспортной задачи.	ОПК-6
68. Открытые модели транспортных задач и способы их сведения к закрытым моделям.	ОПК-6
69. Методы решения транспортных задач с запрещенными перевозками.	ОПК-6
70. Решение транспортных задач с ограничениями на пропускную способность коммуникаций.	ОПК-6
71. Метод потенциалов решения транспортных задач с ограничениями на пропускную способность коммуникаций.	ОПК-6
72. Анализ транспортных задач на чувствительность к изменению объемов производства-потребления.	ОПК-6

73. Анализ транспортных задач на чувствительность к изменению удельных транспортных затрат.	ОПК-6
74. Постановка задачи математического программирования.	УК-1

5.2.2. Типовые задания/задачи 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 Сырье				
Синтетическая пряжа (кг/м)				
Шерстяная пряжа (кг/м)				

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 Продукт			
Абрикосы			
Яблоки			

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 Деталь	1	2	3	4
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	Свин ец	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 Цех	Д1	Д2	Д3
Ц1			
Ц2			
Ц3			
Ц4			

5.2.3. Типовые задания к 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.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература

1. Вдовин, В. М. Теория систем и системный анализ : учебник для бакалавров / В. М. Вдовин, Л. Е. Суркова, В. А. Валентинов. — 5-е изд., стер. — Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2020. - 642 с. - ISBN 978-5-394-03716-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1093213> (дата обращения: 24.03.2021). – Режим доступа: по подписке.

2. Корилов, А. М. Теория систем и системный анализ : учебное пособие / А. М. Корилов, С. Н. Павлов. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 288 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005770-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/994445> (дата обращения: 24.03.2021). – Режим доступа: по подписке.

3. Антонов, А. В. Системный анализ : учебник / А.В. Антонов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 366 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011865-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1062325> (дата обращения: 24.03.2021). – Режим доступа: по подписке.

4. Громницкий В.С. Экономико-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

б) Дополнительная литература

1. Системный анализ в управлении : учебное пособие / О.В. Булыгина, А.А. Емельянов, Н.З. Емельянова, А.А. Кукушкин ; под ред. д-ра экон. наук, проф. А.А. Емельянова.

— 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 450 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/textbook_5923d5ac7ec116.40684446. - ISBN 978-5-00091-427-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1247147> (дата обращения: 24.03.2021). – Режим доступа: по подписке.

2. Тимченко, Т. Н. Системный анализ в управлении: Учебное пособие / Т.Н. Тимченко. - М.: ИД РИОР, 2018. - 161 с.: - (ВПО: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-00238-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/927483> (дата обращения: 24.03.2021). – Режим доступа: по подписке.

3. Кузнецов, В. А. Системный анализ, оптимизация и принятие решений : учебник для студентов высших учебных заведений / В.А. Кузнецов, А.А. Черепяхин. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2017. — 256 с. - ISBN 978-5-906818-95-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/908528> (дата обращения: 24.03.2021). – Режим доступа: по подписке.

в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

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

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: компьютерная техника с подключением к сети «Интернет», экран, проектор для вывода мультимедиа материалов на экран, динамики для воспроизведения звука, доска.

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 ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика», профиль «Прикладная информатика в экономике».

Автор

к.т.н., доцент

В.С. Громницкий

Рецензент:

к.э.н, ст. специалист отдела

электронных платежей

департамента информатизации

ПАО «НБД – банк»

А.Н. Визгунов

Заведующий кафедрой ИТИМЭ

д.э.н., профессор

Ю.В. Трифонов

Программа одобрена решением президиума Ученого совета ННГУ им. Н.И. Лобачевского, протокол от 14 декабря 2021 г. № 4