



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

УТВЕРЖДАЮ
и.о. проректора
А.В. Троицкий
« _____ » _____ 2023 г.

**ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ
В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ:
ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ»**

Направление подготовки: 38.03.02 Менеджмент

Профиль: Логистика

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная, очно-заочная

Королев
2023



Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

Автор: Борисова О.Н., Бугай И.В. Модуль «Математические и информационные аспекты в профессиональной деятельности». Рабочая программа дисциплины «Экономико-математические методы моделирования»– Королев МО: «Технологический университет», 2023г.

Рецензент: к.э.н. доцент Погодина Ю.А.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки бакалавров 38.03.02 Менеджмент и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета. Протокол № 09 от 11.04.2023 года.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Бугай И.В., к.т.н., доцент 	Бугай И.В., к.т.н., доцент		
Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 8 от 15.03.2023			

Рабочая программа согласована:

Руководитель ОПОП ВО  Чуева И.И., доцент, к.э.н.

Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:

Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 5 от 11.04.2023			

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП

Целью изучения дисциплины является:

1. формирование способности к восприятию, обобщению и анализу информации, необходимой для построения оценок, обеспечения и поддержки принятия эффективных управленческих решений;
2. освоение необходимого математического аппарата, применяемого при оценке вариантов, выборе эффективных управленческих решений;
3. формирование готовности применять методы анализа и моделирования экономических систем и процессов в профессиональной деятельности.

В процессе обучения обучающийся приобретает и совершенствует следующие компетенции:

Универсальные компетенции:

– (УК-1) Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

Профессиональные компетенции:

– (ОПК-5) Способен использовать при решении профессиональных задач современные информационные технологии и программные средства, включая управление крупными массивами данных и их интеллектуальный анализ.

Основными задачами дисциплины являются:

1. Освоение студентами теоретических методов дисциплины, применяемых при оценке вариантов и выборе эффективных управленческих решений;
2. Получение студентами умений и навыков, применяемых для решения практических задач оценки вариантов и выбора эффективных управленческих решений.

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

Необходимые знания:

- УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие;
- УК-1.2. Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи;
- ОПК-5.1. Использует современные средства и информационные технологии;
- ОПК-5.2. Владеет методами использования работы с источниками информации, цифровыми инструментами, необходимых для реализации отдельных задач стратегического планирования;

Необходимые умения:

- УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов;
- ОПК-5.3. Применяет для решения аналитических и исследовательских задач современные технические средства и информационные технологии;

- ОПК-5.4. Применяет общие или специализированные пакеты прикладных программ, предназначенные для выполнения профессиональных задач;

Трудовые действия:

- УК-1.8. Осуществляет и аргументирует выбор стратегии по решению проблемной ситуации, оценивает преимущества и недостатки выбранной стратегии планирования и управленческих задач
- ОПК-5.5. Использует для решения аналитических задач современные информационные технологии и программные средства;
- ОПК-5.6. Формирует управленческие решения на основе анализа больших массивов данных.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Экономико-математические методы моделирования» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 38.03.02 «Менеджмент».

Изучение данной дисциплины базируется на ранее полученных знаниях по дисциплинам: «Экономическая теория (микро-, макроэкономика и мировая экономика)», «Экономика организации (предприятия)», «Высшая математика» и компетенции: УК-1, УК-10, ОПК-1, ОПК-2.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины «Экономико-математические методы моделирования» являются базовыми для изучения последующих дисциплин: «Исследование систем управления» и выполнения выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость освоения дисциплины для обучающихся очной/очно-заочной формы составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов	Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Семестр
Общая трудоемкость	108		108	108	
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ					
Аудиторные занятия	32			32	
Лекции (Л)	16			16	
Практические занятия (ПЗ)	16			16	
Лабораторные работы (ЛР)					
Практическая подготовка					
Самостоятельная работа	76			76	
Курсовые работы (проекты)					
Расчетно-графические работы					
Контрольная работа	+			+	
Текущий контроль знаний	Тест			Тест	
Вид итогового контроля	Зачет			Зачет	
ОЧНО-ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ					
Аудиторные занятия	20			20	

Лекции (Л)	8			8	
Практические занятия (ПЗ)	12			12	
Лабораторные работы (ЛР)					
Практическая подготовка					
Самостоятельная работа	88			88	
Курсовые работы (проекты)		-			
Расчетно-графические работы					
Контрольная работа	+			+	
Вид итогового контроля	Зачет			Зачет	

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час. очная/оч.-заочная	Практические занятия, час очная/оч.-заочная	Занятия в интерактивной форме, час очн./оч.-заочн	Практическая подготовка	Код компетенций
Тема 1. Балансовые модели.	2/1	2/2	2/-		УК-1, ОПК-5
Тема 2. Линейное программирование.	4/2	4/2	4/1		УК-1, ОПК-5
Тема 3. Транспортные задачи.	2/2	2/2	2/1		УК-1, ОПК-5
Тема 4. Динамическое программирование.	4/2	4/4	2/1		УК-1, ОПК-5
Тема 5. Методы сетевого планирования	4/1	4/2	4/1		УК-1, ОПК-5
Итого:	16/8	16/12	12/4		

4.2. Содержание тем дисциплины

Тема 1. Балансовые модели

Модель Леонтьева межотраслевого баланса. Конечный и валовой продукт. Коэффициенты косвенные расходов. Определение структуры производственного задания по отраслям. Вычисление расходов сырья, топлива, трудовых затрат в натуральном и стоимостном выражении. Определение цены продукции.

Тема 2. Линейное программирование.

Классификация задач математического программирования. Примеры задач, решаемых методами математического программирования. Постановка и различные формы записи задач линейного программирования. Стандартная и каноническая формы представления задач линейного программирования. Геометрическая интерпретация задач линейного программирования. Полные жор-

дановы исключения. Преобразования систем линейных уравнений и неравенств методом полных жордановых исключений. Симплекс-метод. Симплексные таблицы. Экономическая интерпретация элементов симплексной таблицы. Двойственные задачи и методы. Экономическая интерпретация пары двойственных задач.

Тема 3. Транспортные задачи.

Экономическая и математическая формулировки транспортной задачи. Правила построения цепей. Потенциалы, их экономический смысл. Метод потенциалов. Основные способы построения начального опорного решения. Транспортные задачи с нарушенным балансом производства и потребления.

Тема 4. Динамическое программирование.

Постановка задачи динамического программирования, описание модели. Простейшая задача управления запасами. Решение задачи методом динамического программирования. Построение оптимальной производственной программы выпуска продукции с постоянным, переменным и случайным спросом.

Тема 5. Методы сетевого планирования.

Варианты моделирования комплекса работ. Правила построения сетевого графика. Представление событий и работ. Характеристики и параметры сетевого графика. Критические и не критические пути. Раннее начало и позднее окончание операций. Полный и свободный резервы. Графическое и табличное решение задачи расчета сетевой модели. Определение ресурсов и последовательное улучшение сетевого плана. Метод критического пути. Алгоритм построения критического пути и определения его параметров. Построение календарного графика работ. Оптимальное распределение ресурсов на множестве не критических работ.

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

1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

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

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Экономико-математические методы моделирования» приведен в Приложении 1 к настоящей рабочей программе.

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

Основная литература:

1. Кундышева Е. С. Математические методы и модели в экономике: учебник / Е. С. Кундышева; под науч. ред. Б. А. Сулакова. – 3-е изд. – Москва: Дашков и К°, 2022. – 286 с.: ил., табл., граф. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684490>
2. Матвеева Л.Г. Экономико-математические методы и модели в управлении инновациями / Л.Г. Матвеева; Министерство науки и высшего образования

Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет». – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018. – 205 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499761>

3. Новиков А. И. Экономико-математические методы и модели: учебник / А. И. Новиков. – 4-е изд. – Москва: Дашков и К°, 2021. – 532 с.: ил., табл., граф. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684328>

Дополнительная литература:

1. Самков Т.Л. Математические методы исследования экономики и математическое программирование: учебное пособие: [16+] / Т.Л. Самков; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 115 с.: ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575280>

2. Федосеев В. В. Экономико-математические модели и прогнозирование рынка труда: учебник / В. В. Федосеев. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2019. — 148 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-9558-0603-7. — DOI 10.12737/textbook_5d413cc86c8c69.75689159. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/944660>

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

Интернет-ресурсы:

<http://www.znanium.com/> - электронно-библиотечная система

<http://www.e.lanbook.com/> - ЭБС Издательства "ЛАНЬ"

<http://www.rucont.ru/>-электронно-библиотечная система

<http://www.biblioclub.ru/> -университетская библиотека онлайн

9.Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2 к настоящей рабочей программе.

10.Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения: *MSOffice*

Информационные справочные системы: *Электронные ресурсы образовательной среды Университета.*

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

Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);

- доской для письма мелом или маркерами;
- комплект электронных презентаций/слайдов;
- комплект записей лекций для дистанционного обучения.

Практические занятия:

- аудитория, оснащенная мультимедийными средствами (проектор, ноутбук),
- демонстрационными материалами (наглядными пособиями);
- доской для письма мелом или фломастерами;

Прочее:

- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
- рабочие места обучающихся, оснащенные компьютером с доступом в Интернет.

*ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН*

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ»**

Направление подготовки: 38.03.02 Менеджмент

Профиль: Логистика

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная, очно-заочная

Королев
2023

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)*	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции (или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции (или ее части), обучающийся приобретает:		
				Необходимые знания	Необходимые умения	Трудовые действия
1	УК-1	владением методами принятия решений в управлении операционной (производственной) деятельностью организаций	Темы 1-5.	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие; УК-1.2. Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи;	УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов;	УК-1.8. Осуществляет и аргументирует выбор стратегии по решению проблемной ситуации, оценивает преимущества и недостатки выбранной стратегии планирования и управленческих задач
2.	ОПК-5	Способен использовать при решении профессиональных задач современные информационные технологии и программные средства, включая управление крупными массивами данных и их интеллектуальный анализ	Темы 1-5.	ОПК-5.1. Использует современные средства и информационные технологии; ОПК-5.2. Владеет методами использования работы с источниками информации, цифровыми инструментами, необходимыми для реализации отдельных задач стратегического планирования;	ОПК-5.3. Применяет для решения аналитических и исследовательских задач современные технические средства и информационные технологии; ОПК-5.4. Применяет общие или специализированные пакеты прикладных программ, предназначенные для выполнения профессиональных задач;	ОПК-5.5. Использует для решения аналитических задач современные информационные технологии и программные средства; ОПК-5.6. Формирует управленческие решения на основе анализа больших массивов данных.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

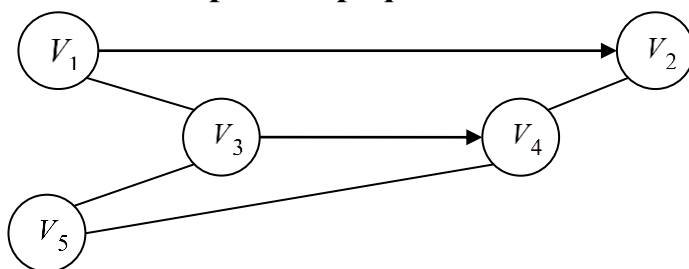
Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Показатель оценивания компетенции	Критерии оценки
УК-1 ОПК-5	Тест	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) – 90% правильных ответов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> •компетенция освоена на продвинутом уровне – 70% правильных ответов; •компетенция освоена на базовом уровне – от 51% правильных ответов; <p>В) не сформирована (компетенция не освоена) – менее 50% правильных ответов</p>	<p>Проводится письменно</p> <p>Время, отведенное на процедуру –30 мин.</p> <p>Неявка 0 баллов.</p> <p>Критерии оценки определяются процентным соотношением.</p> <p>Неудовлетворительно – менее 50% правильных ответов.</p> <p>Удовлетворительно – от 51% правильных ответов.</p> <p>Хорошо – от 70%.</p> <p>Отлично – от 90%.</p> <p>Максимальная оценка – 5 баллов.</p>
	Письменное задание	<p>А) полностью сформирована</p> <p>5 баллов</p> <p>В) частично сформирована</p> <p>3-4 балла</p> <p>С) не сформирована</p> <p>2 балла</p>	<p>1. Проводится в форме практической работы, выполняемой на компьютере.</p> <p>2.Время, отведенное на процедуру – 750 мин.</p> <p>Неявка – 0.</p> <p>Критерии оценки:</p> <p>1.Соответствие работы уровню формирования компетенции (0-5 баллов).</p> <p>Максимальная сумма баллов - 5 баллов.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля.</p> <p>Оценка проставляется в электронный журнал.</p>
	Выполнение контрольной работы	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) – 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> •компетенция освоена на продвинутом уровне – 4 балла; •компетенция освоена на базовом уровне – 3 балла; <p>В) не сформирована (компетенция не освоена) – 2 и менее баллов</p>	<p>При определении сформированности компетенций критериями оценивания выступают методические рекомендации, разработанные по дисциплине для данного вида.</p>

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

3.1. Типовые вопросы, выносимые на тестирование

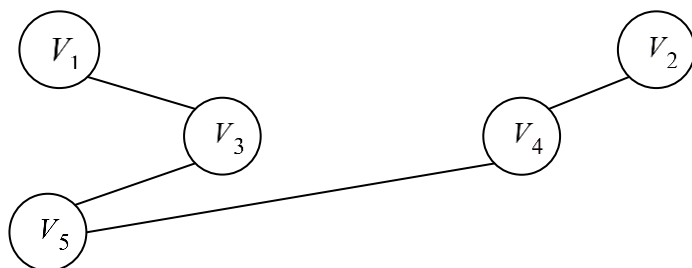
Тесты используются в режиме промежуточного контроля. По форме заданий выбраны закрытые тесты (с выборочным ответом). Каждому вопросу соответствует один вариант правильного ответа.

1. Остовным деревом графа

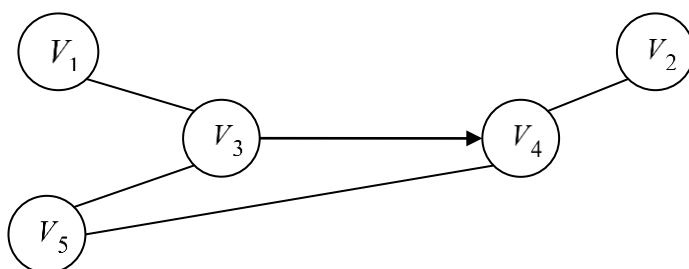


является ...

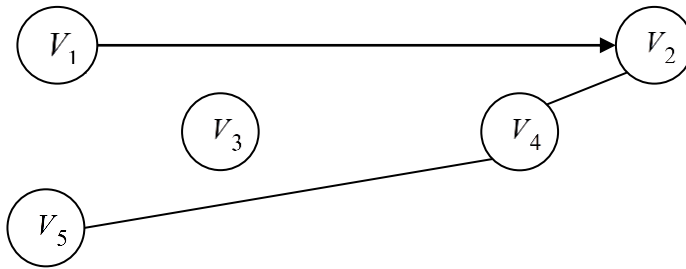
A)



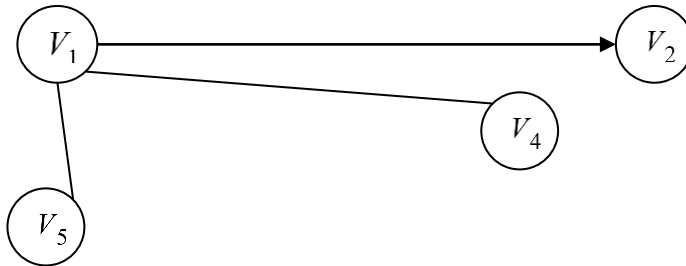
B)



C)



D)

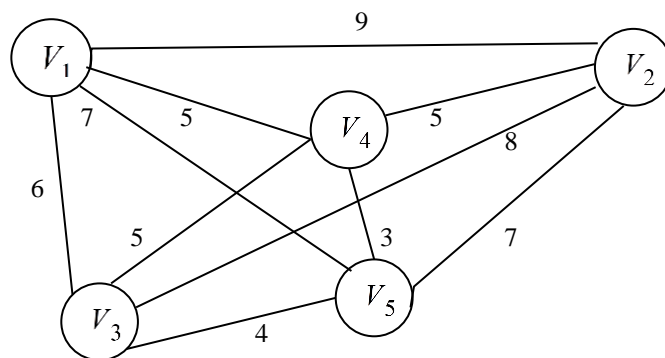


2. В методе критического пути обычно предполагается, что работы - это дуги графа?
 (?) Нет.
 (!) Да.

3. Что такое критический путь?
 (?) Это самый короткий из путей на графе.
 (!) Это последовательность работ, общую продолжительность которой невозможно сократить.

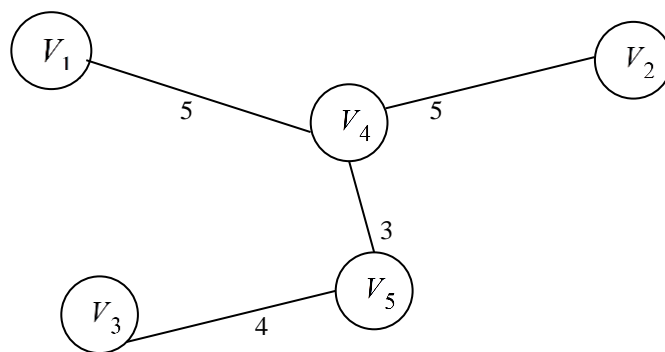
4. Что означает резерв работ?
 (!) Возможность начать их выполнение раньше или позже на величину резерва.
 (?) Наличие свободных любых ресурсов у работ.

5. Компания кабельного телевидения планирует подключить к своей сети четыре новых района. Расстояние между районами и центром кабельного телевидения указаны на следующем графе, в котором телецентр изображается вершиной V_1 , а районы – вершинами V_2, \dots, V_5 .

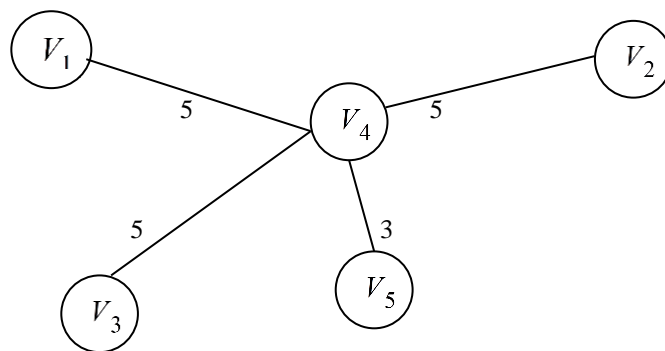


Тогда наиболее экономичная кабельная сеть имеет вид ...

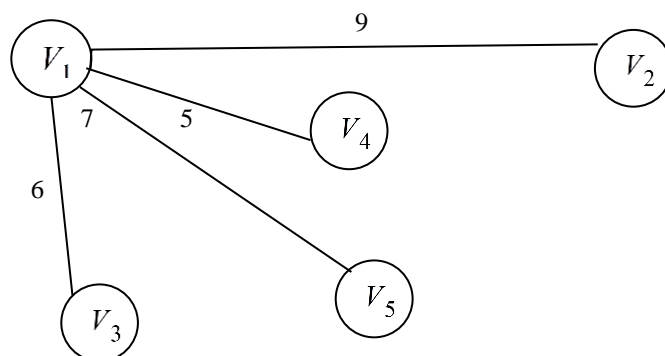
A)



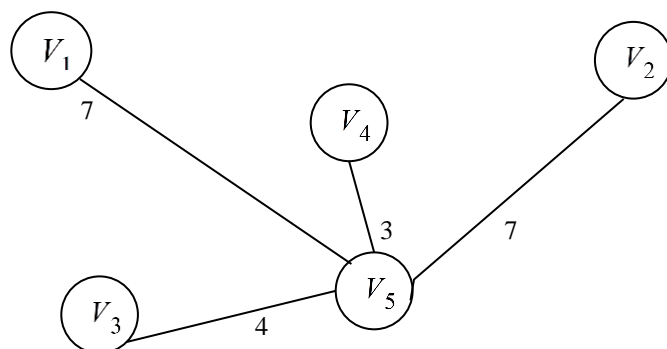
B)



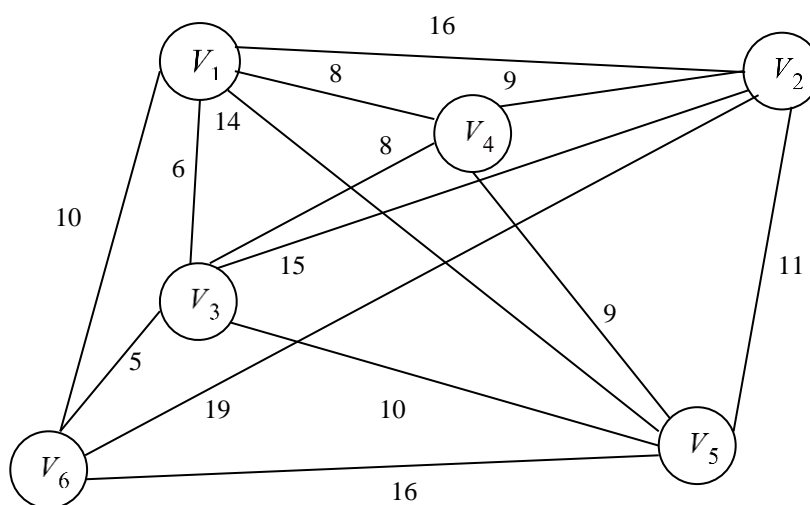
C)



D)



6. Телекоммуникационная компания планирует подключить к своей сети пять домов. Расстояние между домами и сервером указаны на следующем графе, в котором сервер изображается вершиной V_1 , а районы – вершинами V_2, \dots, V_6 .



Тогда длина кабеля при наиболее экономичном подключении домов равна ...

A) 37; B) 36; C) 41; D) 29.

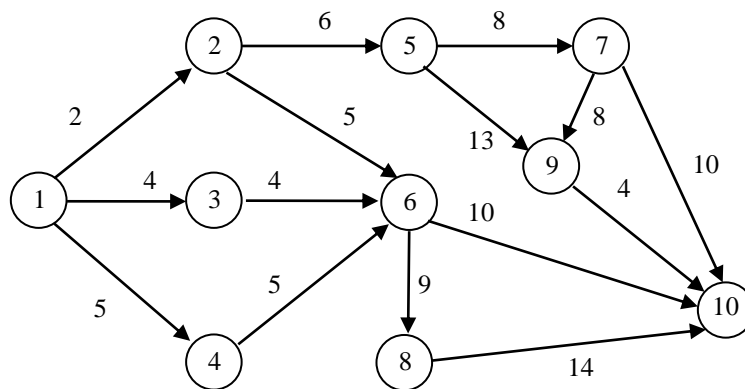
7. Технологический комплекс производства продукции состоит из 10 узлов. Последовательность выполнения операций и их продолжительность в часах заданы таблицей

п. п.	Шифр операции	Продолжительность операции
	—1→	2
	—1→	4
	—> 1	5
	—2→	6
	—2→	5

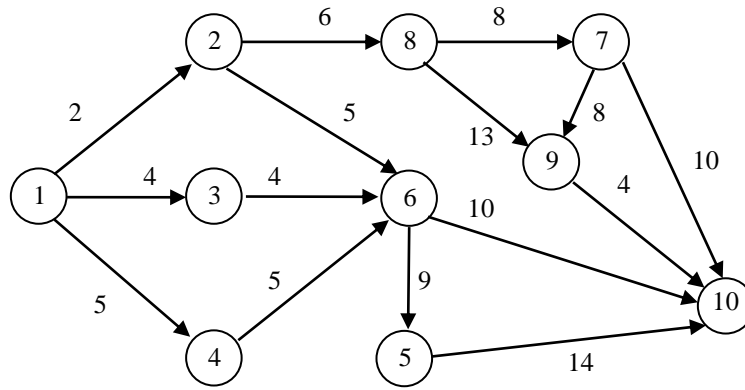
	6	
	—3>	4
	6	
	—4>	5
	6	
	—5>	13
	9	
	—5>	8
	7	
0	—6>	9
	8	
1	—6>	10
	10	
2	—7>	10
	10	
3	—7>	8
	9	
4	—8>	14
	10	
5	—9>	4
	10	

Тогда сетевым графиком для этого комплекса будет ...

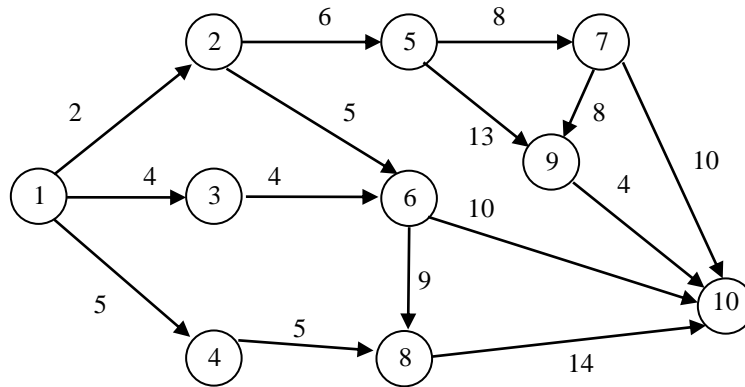
А)



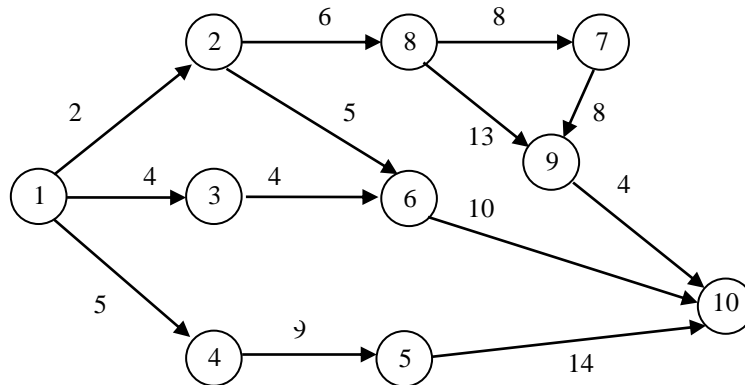
В)



C)



D)



8. Технологический комплекс производства продукции состоит из 12 узлов. Последовательность выполнения операций и их продолжительность в часах заданы таблицей

п. п.	Шифр операции	Продолжительность операции
	—1→	2
	—1→	5

	→ 1 4	6
	→ 2 5	4
	→ 3 5	8
	→ 3 6	3
	→ 4 6	7
	→ 4 7	6
	→ 5 6	6
0	→ 5 9	8
1	→ 6 7 8	3
2	→ 6 8	10
3	→ 6 9	4
4	→ 7 8	8
5	→ 7 10	4
6	→ 8 10	9
7	→ 9 11	5
8	→ 9 12	7
9	→ 10 12	4
0	→ 11 12	8

Тогда критическое время равно ...

А) 43 часа; В) 19 часов; С) 2 часа; D) 10 часов.

9. Технологический комплекс производства продукции состоит из 12 узлов. Последовательность выполнения операций и их продолжительность в часах заданы таблицей

п. п.	Шифр операции	Продолжитель- ность операции
----------	------------------	---------------------------------

	—1→ 2	2
	—1→ 3	5
	—> 1 4	6
	—2→ 5	4
	—3→ 5	8
	—3→ 6	3
	—4→ 6	7
	—4→ 7	6
	—5→ 6	6
0	—5→ 9	8
1	—6→ 7	3
2	—6→ 8	10
3	—6→ 9	4
4	—7→ 8	8
5	—7→ 10	4
6	—8→ 10	9
7	—9→ 11	5
8	—9→ 12	7
9	—10→ 12	4
0	—11→ 12	8

Тогда критическим путем является путь ...

- А) 1→3→5→6→7→8→10→12; В) 1→3→6→7→10→12;
 С) 1→3→6→9→12; Д) 1→4→6→7→8→10→12.

10. Технологический комплекс производства продукции состоит из 12 узлов. Последовательность выполнения операций и их продолжительность в часах заданы таблицей

п. п.	Шифр операции	Продолжитель- ность операции
	—1→ 2	2
	—1→ 3	5
	—→ 1 4	6
	—2→ 5	4
	—3→ 5	8
	—3→ 6	3
	—4→ 6	7
	—4→ 7	6
	—5→ 6	6
0	—5→ 9	8
1	—6→ 7	3
2	—6→ 8	10
3	—6→ 9	4
4	—7→ 8	8
5	—7→ 10	4
6	—8→ 10	9
7	—9→ 11	5
8	—9→ 12	7
9	—10→ 12	4

0	$\xrightarrow{1} 12$	8
---	----------------------	---

Тогда критической операцией является ...

А) $5 \rightarrow 6$; В) $6 \rightarrow 8$; С) $6 \rightarrow 9$; D) $4 \rightarrow 7$.

11. Технологический комплекс производства продукции состоит из 12 узлов. Последовательность выполнения операций и их продолжительность в часах заданы таблицей

п. п.	Шифр операции	Продолжительность операции
	$\xrightarrow{1} 2$	2
	$\xrightarrow{1} 3$	5
	$\xrightarrow{1} 4$	6
	$\xrightarrow{2} 5$	4
	$\xrightarrow{3} 5$	8
	$\xrightarrow{3} 6$	3
	$\xrightarrow{4} 6$	7
	$\xrightarrow{4} 7$	6
	$\xrightarrow{5} 6$	6
0	$\xrightarrow{5} 9$	8
1	$\xrightarrow{6} 7$	3
2	$\xrightarrow{6} 8$	10
3	$\xrightarrow{6} 9$	4
4	$\xrightarrow{7} 8$	8
5	$\xrightarrow{7} 10$	4
6	$\xrightarrow{8} 10$	9
7	$\xrightarrow{9} 11$	5

8	$\xrightarrow{9}$ 12	7
9	$\xrightarrow{10}$ 12	4
0	$\xrightarrow{1}$ 12	8

Тогда не критической операцией является ...

A) $6 \rightarrow 8$; B) $10 \rightarrow 12$; C) $3 \rightarrow 5$; D) $1 \rightarrow 3$.

12. Технологический комплекс производства продукции состоит из 12 узлов. Последовательность выполнения операций и их продолжительность в часах заданы таблицей

п. п.	Шифр операции	Продолжительность операции
	$\xrightarrow{1}$ 2	2
	$\xrightarrow{1}$ 3	5
	$\xrightarrow{\quad} 1$ 4	6
	$\xrightarrow{2}$ 5	4
	$\xrightarrow{3}$ 5	8
	$\xrightarrow{3}$ 6	3
	$\xrightarrow{4}$ 6	7
	$\xrightarrow{4}$ 7	6
	$\xrightarrow{5}$ 6	6
0	$\xrightarrow{5}$ 9	8
1	$\xrightarrow{6}$ 7	3
2	$\xrightarrow{6}$ 8	10
3	$\xrightarrow{6}$ 9	4
4	$\xrightarrow{7}$ 8	8
5	$\xrightarrow{7}$ 10	4

6	$\xrightarrow{8}$ 10	9
7	$\xrightarrow{9}$ 11	5
8	$\xrightarrow{9}$ 12	7
9	$\xrightarrow{10}$ 12	4
0	$\xrightarrow{1}$ 12	8

Тогда некритическим путем является путь ...

- А) $6 \rightarrow 9 \rightarrow 12$; В) $1 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 10 \rightarrow 12$;
 С) $8 \rightarrow 10 \rightarrow 12$; Д) $5 \rightarrow 6 \rightarrow 9 \rightarrow 11 \rightarrow 12$.

13. Некритическим путем в сетевом графике является путь, ...

- А) начальный и конечный узлы которого лежат на критическом пути, а составляющие его операции являются некритическими;
 В) не являющийся критическим;
 С) который не ведет из источника в сток;
 Д) состоящий из некритических операций.

14. Свободный резерв времени на критической операции сетевого графика ...

- А) равен нулю;
 В) положителен;
 С) является максимальным;
 Д) является минимальным.

15. Свободный резерв времени на некритической операции сетевого графика ...

- А) неотрицателен;
 В) равен нулю;
 С) является максимальным;
 Д) является минимальным.

16. Технологический комплекс производства продукции состоит из 12 узлов. Последовательность выполнения операций и их продолжительность в часах заданы таблицей

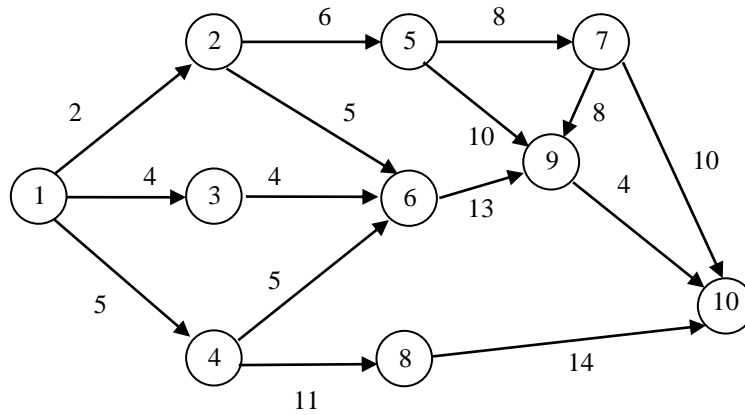
п. п.	Шифр операции	Продолжительность операции
	$\xrightarrow{1}$ 2	2
	$\xrightarrow{1}$ 3	5
	$\xrightarrow{\quad} 1$ 4	6
	$\xrightarrow{2}$	4

	5	
	—3>	8
	5	
	—3>	3
	6	
	—4>	7
	6	
	—4>	6
	7	
	—5>	6
	6	
0	—5>	8
	9	
1	—6> 7	3
	—6>	10
2	8	
	—6>	4
3	9	
	—7>	8
4	8	
	—7>	4
5	10	
	—8>	9
6	10	
	—9>	5
7	11	
	—9>	7
8	12	
	—10>	4
9	12	
	—11>	8
0	12	

Тогда свободный резерв времени на операции $5 \rightarrow 9$ равен...

А) 2 часа; В) 1 час; С) 3 часа; D) 0 часов.

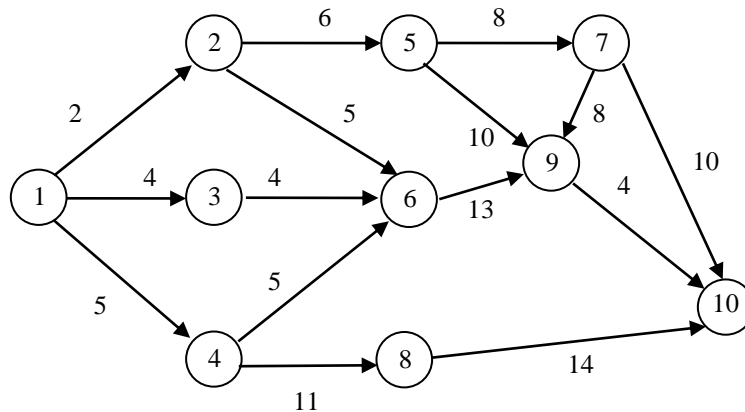
17. На рисунке



изображена сеть с заданными длинами дуг. Тогда кратчайшим путем, ведущим из источника в сток, является путь...

- А) 1→2→5→9→10; В) 1→4→8→10;
 С) 1→4→6→9→10; D) 1→2→5→7→10.

18. На рисунке



изображена сеть с заданными длинами дуг. Тогда длина кратчайшего пути, ведущим из источника в сток, равна...

- А) 22; В) 30; С) 18; D) 24.

19. Структурная матрица международной торговли двух стран имеет вид

$$A = \begin{pmatrix} \frac{1}{3} & \frac{1}{4} \\ 2 & \frac{3}{4} \end{pmatrix}.$$

Суммарный национальный доход этих стран равен 1100. Тогда национальные доходы стран равны...

- А) 800; 300; В) 500; 600; С) 400; 700; D) 900; 200.

20. Структурная матрица международной торговли трех стран имеет вид

$$A = \begin{pmatrix} \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{6} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & \frac{1}{6} \end{pmatrix}.$$

Суммарный национальный доход этих стран равен 1500. Тогда национальные доходы стран равны...

- А) 500, 500, 500; В) 1000, 200, 300;
 С) 800, 300, 400; D) 500, 400, 600.

21. Выпуск продукции производственного комплекса описывается статической двухсекторной моделью Леонтьева. Технологическая матрица имеет вид

$$\begin{pmatrix} 0,1 & 0,2 \\ 0,3 & 0,4 \end{pmatrix},$$

а вектор конечной продукции имеет вид

$$\begin{pmatrix} 15 \\ 3 \end{pmatrix}.$$

Тогда вектор выпуска продукции равен ...

- А) $\begin{pmatrix} 20 \\ 15 \end{pmatrix}$; В) $\begin{pmatrix} 18 \\ 12 \end{pmatrix}$; С) $\begin{pmatrix} 30 \\ 10 \end{pmatrix}$; D) $\begin{pmatrix} 10 \\ 45 \end{pmatrix}$.

22. Выпуск продукции производственного комплекса описывается статической двухсекторной моделью Леонтьева. Технологическая матрица имеет вид

$$\begin{pmatrix} 0,1 & 0,2 \\ 0,3 & 0,4 \end{pmatrix},$$

а вектор конечной продукции имеет вид

$$\begin{pmatrix} 15 \\ 3 \end{pmatrix}.$$

Тогда объемы продукции производственного комплекса, потребляемые секторами для внутренних нужд, равны ...

- А) $\begin{pmatrix} 5 \\ 12 \end{pmatrix}$; В) $\begin{pmatrix} 10 \\ 6 \end{pmatrix}$; С) $\begin{pmatrix} 8 \\ 18 \end{pmatrix}$; D) $\begin{pmatrix} 16 \\ 7 \end{pmatrix}$.

23. Выпуск продукции производственного комплекса описывается статической трехсекторной моделью Леонтьева. Технологическая матрица имеет вид

$$\begin{pmatrix} 0,1 & 0,2 & 0,3 \\ 0,3 & 0,4 & 0,2 \\ 0,6 & 0,1 & 0,1 \end{pmatrix},$$

$$\begin{pmatrix} 47 \\ 4 \\ 34 \end{pmatrix}$$

а вектор конечной продукции имеет вид

Тогда вектор выпуска продукции равен ...

- A) $\begin{pmatrix} 120 \\ 110 \\ 130 \end{pmatrix}$; B) $\begin{pmatrix} 140 \\ 115 \\ 105 \end{pmatrix}$; C) $\begin{pmatrix} 108 \\ 92 \\ 114 \end{pmatrix}$; D) $\begin{pmatrix} 95 \\ 120 \\ 150 \end{pmatrix}$.

24. Выпуск продукции производственного комплекса описывается статической трехсекторной моделью Леонтьева. Технологическая матрица имеет вид

$$\begin{pmatrix} 0,1 & 0,2 & 0,3 \\ 0,3 & 0,4 & 0,2 \\ 0,6 & 0,1 & 0,1 \end{pmatrix},$$

а вектор конечной продукции имеет вид

$$\begin{pmatrix} 47 \\ 4 \\ 34 \end{pmatrix}$$

Тогда объемы продукции производственного комплекса, потребляемые секторами для внутренних нужд, равны ...

- A) $\begin{pmatrix} 73 \\ 106 \\ 96 \end{pmatrix}$; B) $\begin{pmatrix} 93 \\ 111 \\ 66 \end{pmatrix}$; C) $\begin{pmatrix} 61 \\ 88 \\ 78 \end{pmatrix}$; D) $\begin{pmatrix} 48 \\ 116 \\ 114 \end{pmatrix}$.

25. Для транспортной задачи, заданной таблицей

		заказы			B_3	B_4
		запасы				
		80	0	0	0	
	50	1				
	0	6				
	30	1				

первоначальный план перевозок, полученный с помощью метода северо-западного угла, имеет вид...

- А) $\begin{pmatrix} 150 & 0 & 0 & 0 \\ 30 & 30 & 0 & 0 \\ 0 & 20 & 90 & 20 \end{pmatrix}$; В) $\begin{pmatrix} 40 & 0 & 90 & 20 \\ 60 & 0 & 0 & 0 \\ 80 & 50 & 0 & 0 \end{pmatrix}$;
 С) $\begin{pmatrix} 40 & 50 & 40 & 20 \\ 30 & 0 & 30 & 0 \\ 110 & 0 & 20 & 0 \end{pmatrix}$; D) $\begin{pmatrix} 60 & 25 & 45 & 20 \\ 60 & 0 & 0 & 0 \\ 60 & 25 & 45 & 0 \end{pmatrix}$.

26. Для транспортной задачи, заданной таблицей

		заказы			B_3	B_4
		80	0	0	0	
	запасы					
	50	1				
	0	6				
	30	1				

первоначальный план перевозок, полученный с помощью метода наименьшей стоимости, имеет вид...

- А) $\begin{pmatrix} 40 & 0 & 90 & 20 \\ 60 & 0 & 0 & 0 \\ 80 & 50 & 0 & 0 \end{pmatrix}$; В) $\begin{pmatrix} 150 & 0 & 0 & 0 \\ 30 & 30 & 0 & 0 \\ 0 & 20 & 90 & 20 \end{pmatrix}$;
 С) $\begin{pmatrix} 40 & 50 & 40 & 20 \\ 30 & 0 & 30 & 0 \\ 110 & 0 & 20 & 0 \end{pmatrix}$; D) $\begin{pmatrix} 60 & 25 & 45 & 20 \\ 60 & 0 & 0 & 0 \\ 60 & 25 & 45 & 0 \end{pmatrix}$.

27. Суммарная стоимость перевозок по плану, записанному в транспортной таблице

		заказы			B_3	B_4
		80	0	0	0	
	запасы					
	50	1				
	0	6				

		6				
	0		0		0	
		1				
	30		10		0	

равна...

- A) 2550; B) 440; C) 2930; D) 3240.

28. Для плана, заданного транспортной таблицей

зака- зы запа- сы					B_3	B_4
		80	0	0	0	
	1					
	50		0		0	0
	6					
	0		0			
	1					
	30		0	0		

- потенциал u_2 , соответствующий поставщику A_2 , равен 4. Тогда потенциал v_1 , соответствующий потребителю B_1 , равен ...
A) 6; B) 56; C) 176; D) 10.

29. Для плана, заданного транспортной таблицей

зака- зы запа- сы					B_3	B_4
		80	0	0	0	
	1					
	50		0		0	0
	6					
	0					

			0			
	30	1				
			0	0		

потенциал v_4 , соответствующий потребителю B_4 , равен (-3).

Тогда потенциал u_1 , соответствующий поставщику A_1 , равен ...

- А) 7; В) 1; С) 16; D) 153.

30. Для плана, заданного транспортной таблицей

					B_3	B_4
	зака- зы запа- сы					
		80	0	0	0	
	50	1				
		0		0	0	
	0	6				
		0				
	30	1				
		0	0			

потенциал v_3 , соответствующий потребителю B_3 , равен 5. То-

гда потенциал v_2 , соответствующий потребителю B_2 , равен ...

- А) -1; В) -2; С) 1; D) 3.

31. Для транспортной задачи, заданной таблицей

					B_3
	зака- зы запа- сы				
		0	0	0	
	2	4			
	2	5			
	6	5			

оптимальный план перевозок имеет вид...

$$\begin{aligned} \text{А)} & \begin{pmatrix} 42 & 0 & 0 \\ 0 & 50 & 2 \\ 18 & 0 & 38 \end{pmatrix}; & \text{В)} & \begin{pmatrix} 42 & 0 & 0 \\ 2 & 50 & 0 \\ 16 & 0 & 40 \end{pmatrix}; \\ \text{С)} & \begin{pmatrix} 2 & 0 & 40 \\ 2 & 50 & 0 \\ 56 & 0 & 0 \end{pmatrix}; & \text{Д)} & \text{оптимальный план не существует.} \end{aligned}$$

3.2 Тематика практических заданий

Балансовые модели. Предприятие состоит из трех цехов, выпускающих три вида продукции. Маркетинговые исследования позволили определить объемы продукции, которые могут быть реализованы на рынке. Следовательно, матрица прямых затрат и вектор конечной продукции известны:

$$A = \begin{pmatrix} 0,3 & 0,4 & 0,1 \\ 0,1 & 0,2 & 0,4 \\ 0,3 & 0,4 & 0,1 \end{pmatrix} \quad \text{и} \quad Y = \begin{pmatrix} 200 \\ 300 \\ 200 \end{pmatrix}.$$

Определите значения межотраслевых потоков.

Задачи оптимального производства продукции.

1. Предприятие планирует выпуск двух видов продукции I и II, на производство которых расходуется три вида сырья А, В, и С. Потребность a_{ij} на каждую единицу j -го вида продукции i -го вида сырья, запас b_i соответствующего сырья и прибыль c_j от реализации единицы j -го вида продукции задана таблицей:

Виды сырья	Виды продукции		Запасы сырья
	I	II	
А	$a_{11} = n$	$a_{12} = 2$	$b_1 = mn + 5$
В	$a_{21} = 1$	$a_{22} = 1$	$b_2 = m + n + 3$
С	$a_{31} = 2$	$a_{32} = m + 1$	$b_3 = mn + 4m + n + 4$
Прибыль	$c_1 = m + 2$	$c_2 = n + 1$	
План (ед)	x_1	x_2	

Для производства двух видов продукции I и II с планом x_1 и x_2 единиц составит целевую функцию прибыли Z и соответствующую систему ограничений по запасам сырья, предполагая, что требуется изготовить в сумме не менее n единиц обоих видов продукции.

Составить оптимальный план (x_1, x_2) производства продукции, обеспечивающий максимальную прибыль Z_{\max} . Определить остатки каждого вида сырья. Задачу решить симплекс-методом.

Построить по полученной системе ограничений многоугольник допустимых решений и найти оптимальный план производства геометрическим путем.

Определить соответствующую прибыль Z_{\max} .

Произвести анализ модели на чувствительность. Найти двойственную цену дефицитных видов сырья, максимальное значение закупок дефицитных видов сырья, которое приносит прибыль при сохранении статуса сырья, а также границы изменения цены на товар, при которых найденный план остается оптимальным.

2. Для изготовления трех видов продукции используют два типа сырья. Запасы сырья, нормы его расхода и цены реализации единицы каждого вида продукции приведены в таблице.

Тип сырья	Нормы расхода сырья на одно изделие			Запасы сырья
	А	Б	В	
I	2	3	4	120
II	3	1	2	160
Цена изделия	3	2	4	

При решении задачи на максимум общей стоимости выпускаемой продукции (вся готовая продукция реализуется) были получены следующие результаты: $x_1 = 50$, $x_2 = 0$, $x_3 = 5$. Требуется:

- сформулировать прямую оптимизационную задачу на максимум общей стоимости выпускаемой продукции, пояснить нулевое значение x_2 ;
- сформулировать двойственную задачу и найти ее оптимальный план;
- проанализировать использование ресурсов в оптимальном плане;
- определить, как изменятся общая стоимость продукции и план ее выпуска при увеличении запасов сырья I типа на 8 единиц и уменьшении на 10 единиц запасов сырья II типа;
- определить целесообразность включения в план изделия «Г» ценой 3 ед., на изготовление которого расходуется 4 ед. сырья типа I и 2 ед. сырья типа II.

Транспортные задачи. Решить транспортные задачи, определяемые матрицами

1.

3	2	1	400
1	6	2	200
1	1	4	200
200	300	300	

2.

1	2	7	400
3	2	2	100

6	1	3	200
200	200	300	

3.

2	1	8	300
1	5	2	200
1	1	4	200
200	300	200	

4.

1	2	7	200
3	2	2	100
6	1	3	200
100	100	300	

Динамическое программирование.

1. Студент должен выбрать 10 факультативных курсов на четырех различных факультетах. Причем на каждом факультете должен быть выбран хотя бы один курс. Студент оценивает знания, которые можно получить на курсах, по шкале, приведенной в таблице. Сколько курсов на каждом факультете следует выбрать студенту, чтобы максимизировать объем «знаний»?

		Факультет			
		I	II	III	IV
Число курсов на факультете	1	10	20	10n	15m
	2	20	40	15n	20m
	3	30	60	20n	25m
	4	40	80	30n	30m
	5	50	100	35n	40m
	6	60	100	40n	45m
	7	70	100	50n	50m

2. Фирма, в состав которой входит три предприятия, принимает решение о комплексной реконструкции этих предприятий. В следующей таблице указаны 4 возможных решения по каждому предприятию, затраты c_i на реализацию таких решений и чистая прибыль R_i как результат принятого решения (в млн. руб.)

	1-е предприятие		2-е предприятие		3-е предприятие	
	c_1	R_1	c_2	R_2	c_3	R_3
Оставляем в прежнем виде	0	0	0	0	0	0
Малая механизация	m	$m+n$	1	$1+m$	n	$n+m$
Частичная модернизация	$m+5$	$2m+n+3$	5	$2n+m$	$n+5$	$n+3m$
Полная реконструкция	$m+n+5$	$2m+3n+3$	$n+5$	$3n+m$	$n+15$	$5n+6m$

Требуется, используя метод динамического программирования, составить план реконструкции предприятий, обеспечивающий максимальную прибыль, при условии, что фирма может вложить в реконструкцию предприятий не более $m+2n+15$ млн. руб.

Сетевое и календарное планирование

1. Постройте сеть проекта, содержащего процессы, помеченные латинскими буквами от А до L, с учетом следующих отношений предшествования.

- a) Первые процессы А, В и С проекта могут выполняться параллельно.
- b) Процессы А и В предшествуют процессу D.
- c) Процесс В предшествует процессам Е, F и H.
- d) Процессы F и С предшествуют процессу G.
- e) Процессы Е и H выполняются перед процессами I и J.
- f) Процессы С, D, F и J предшествуют процессу K.
- g) Процесс K выполняется перед процессом L.
- h) Проект заканчивается после завершения процессов I, G и L.

2. Построить сетевой граф и рассчитать ранние начала и поздние окончания операций для всех этапов в сетевой модели, определяемой следующей таблицей с заданной продолжительностью операций. Найти все критические пути.

Операция	1→2	1→4	2→3	2→5	2→6	3→4	3→6	4→5	5→6
Продолжительность	2	5	3	6	3	3	2	1	4

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Формой контроля знаний по дисциплине «Экономико-математические методы моделирования» являются две текущие аттестации в форме тестирования и итоговая аттестация в форме зачета.

Неделя текущего / промежуточного контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающий знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
Проводится в сроки, установленные графиком образовательного процесса	Тестирование 1,2	УК-1 ОПК-5	30 вопросов	Компьютерное тестирование ; время отведенное на процедуру - 90 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка - 0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично – от 90%. Максимальная оценка – 5 баллов
	Зачет	УК-1	3 вопроса	Зачет прово-	Результаты	Критерии оценки:

		ОПК-5		дится в письменной форме, путем ответа на вопросы. Время, отведенное на процедуру – 45 минут.	предоставляются в день проведения зачета	<p>«Зачтено»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • знание основных понятий предмета; • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на практических занятиях; • знание основных научных теорий, изучаемых предметов; • частичный ответ на вопросы билета <p>«Незачтено»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; • незнание основных понятий предмета; • неумение использовать и применять полученные знания на практике; • не работал на практических занятиях; <p>не отвечает на вопросы.</p>
--	--	-------	--	---	--	---

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной, балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся.

4.1 Типовые вопросы и задания, выносимые на зачет

1. Понятие графа. Вершины и дуги графа. Ориентированные и неориентированные графы.
2. Понятие дерева. Свойства графа, являющегося деревом.
3. Понятие сети. Источник и сток в сети.
4. Сетевой график производства работ.
5. Критическое время выполнения комплекса работ. Критические пути в сети.
6. Алгоритм построения критического пути в сети.
7. Некритические пути. Резервы времени на некритических путях.
8. Кратчайший путь, ведущий из источника в сток.
9. Алгоритм построения кратчайшего пути в сети.
10. Алгоритм построения минимального остовного дерева графа.
11. Метод критического пути, основные элементы и свойства.
12. Метод оптимального распределения ресурсов по некритическим работам.
13. Построение календарного плана по сетевому графику.
14. Линейная модель международной торговли.
15. Линейная балансовая n -секторная статическая модель В. Леонтьева.

16. Метод наименьших квадратов. Линейные модели регрессии. Прогнозирование на основе регрессионной модели.
17. Транспортная таблица. Открытая и закрытая транспортная задачи. Сведение открытой транспортной задачи к закрытой.
18. Составление первоначального плана перевозок с помощью метода северо-западного угла. Составление первоначального плана перевозок с помощью метода наименьшей стоимости.
19. Метод потенциалов для решения транспортной задачи.
20. Решить методом динамического программирования следующую задачу о минимальном пути. Имеется 7 городов, некоторые из которых соединены дорогами, а некоторые – нет. Расстояния между городами i и j обозначим $d(i,j)$. Известно, что $d(1,2)=6$, $d(1,3)=8$, $d(1,4)=5$, $d(2,5)=11$, $d(3,5)=3$, $d(3,6)=9$, $d(4,5)=7$, $d(4,6)=13$, $d(5,7)=14$, $d(6,7)=6$. Найти кратчайший маршрут из города 1 до города 7.
21. Решить задачу линейного программирования: $z = 2x_1 + x_2 \rightarrow \max$,
 $2x_1 + 3x_2 \leq 5$, $4x_1 + 3x_2 \leq 6$, $x_2 \geq 1$, $x_1 \geq 0$.
22. Произвести анализ оптимальности плана, определяемого следующей симплекс таблицей

Б	x_1	x_2	s_1	s_2	s_3	1
s_2	0	4	0	1	6	2
x_1	1	0	0	0	1	8
x_2	0	1	1	0	3	9
z	0	-2	0	0	4	2

Если план не оптимален, сделать одно симплекс преобразование, улучшающее план. По оптимальной симплекс-таблице определить теневые цены ресурсов, границы возможного увеличения запасов сырья, которые не изменяют статус ресурса

23. Для транспортной задачи с матрицей

6	2	1	300
1	6	2	400
1	2	4	400
400	100	300	

написать двойственную задачу линейного программирования.

24. Решить задачу о загрузке грузовика вместимостью 9 тонн. Вес единицы груза 1-го вида 2 тонны, доход от доставки единицы груза 2000. Вес единицы груза 2-го вида 3 тонны, доход от доставки единицы груза 3000. Вес единицы груза 3-го вида 5 тонны, доход от доставки единицы груза 6000.
25. Решить транспортную задачу, определяемую матрицей

3	9	1	200
4	1	2	400
1	2	4	400
400	100	300	

26. Сетевая модель включает в себя следующие операции:

Операция	1→2	1→3	1→4	2→5	2→6	3→6	3→7	4→5	5→7	6→7
Продолжительность	3	5	7	4	8	2	13	7	5	6

Постройте сетевой граф модели. Для каждой операции вида $i \rightarrow j$ определите свободный резерв операции. Найти критические пути.

27. Фирма, в состав которой входит три предприятия, принимает решение о комплексной реконструкции этих предприятий.

Пути реконструкции	1-е предприятие		2-е предприятие		3-е предприятие	
	c_1	R_1	c_2	R_2	c_3	R_3
I	0	0	0	0	0	0
II	3	10	4	6	5	17
III	9	18	5	13	13	25
IV	15	29	12	20	21	37

Требуется, используя метод динамического программирования, составить план реконструкции предприятий, обеспечивающий максимальную прибыль, при условии, что фирма может вложить в реконструкцию предприятий не более 30 млн. руб.

***ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН***

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
«ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ»**

Направление подготовки: 38.03.02 Менеджмент

Профиль: Логистика

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная, очно-заочная

Королев
2023

1. Общие положения

Цели дисциплины:

- формирование способности к восприятию, обобщению и анализу информации, необходимой для построения оценок, обеспечения и поддержки принятия эффективных управленческих решений;
- освоение необходимого математического аппарата, применяемого при оценке вариантов, выборе эффективных управленческих решений;
- формирование готовности применять методы анализа и моделирования экономических систем и процессов в профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

- освоение студентами теоретических методов дисциплины, применяемых при оценке вариантов и выборе эффективных управленческих решений;
- получение студентами умений и навыков, применяемых для решения практических задач оценки вариантов и выбора эффективных управленческих решений.

2. Указания по проведению практических занятий

Тема 1. Балансовые модели.

Практическое занятие 1.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов*

Тема и содержание практического занятия: *Модель Леонтьева межотраслевого баланса. Конечный и валовой продукт. Коэффициенты полных и косвенные производственных затрат. Определение структуры производственного задания по отраслям.*

Продолжительность занятия– 2/2 ч.

Тема 2. Линейное программирование.

Практическое занятие 1.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов*

Тема и содержание практического занятия: *Графическая интерпретация системы линейных уравнений и неравенств в конечномерном пространстве. Метод полных жордановых исключений преобразования систем линейных уравнений.*

Продолжительность занятия– 2/1 ч.

Практическое занятие 2.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов*

Тема и содержание практического занятия: *Симплекс метод. Запись задачи линейного программирования в виде симплекс таблицы. Правило выбора разрешающего элемента симплекс преобразования. Нахождение опорного решения. Проверка оптимальности опорного решения.*

Продолжительность занятия– 2/1 ч.

Тема 3. Транспортные задачи.

Практическое занятие 1.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов*

Тема и содержание практического занятия: *Метод потенциалов. Правила построения циклов перераспределения поставок. Критерий оптимальности плана поставок.*

Продолжительность занятия– 2/2 ч.

Тема 4. Динамическое программирование.

Практическое занятие 1.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов*

Тема и содержание практического занятия: *Динамические задачи оптимизации. Функция Беллмана. Уравнение Беллмана.*

Продолжительность занятия– 2/2 ч.

Практическое занятие 2.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов*

Тема и содержание практического занятия: *Задача об определении оптимального плана реконструкции предприятий при ограничениях на общую сумму вложений.*

Продолжительность занятия– 2/2 ч.

Тема 5. Методы сетевого планирования.

Практическое занятие 1.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов*

Тема и содержание практического занятия: *Сетевые задачи. Критические и не критические пути. Раннее начало и позднее окончание операций. Полный и свободный резервы.*

Продолжительность занятия– 2/1 ч.

Практическое занятие 2.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов*

Тема и содержание практического занятия: *Построение календарного графика работ. Календарный график с ранним началом всех операций. Календарный график со смещением на свободный резерв. Оптимальное распределение ресурсов на множестве не критических работ.*

Продолжительность занятия– 2/1 ч.

3. Указания по проведению лабораторного практикума

Не предусмотрено учебным планом.

4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1.	Тема 1. Балансовые модели.	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины.
2.	Тема 2. Линейное программирование.	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины.
3.	Тема 3. Транспортные задачи.	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины.
4.	Тема 4. Динамическое программирование.	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины.
5.	Тема 5. Методы сетевого планирования	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины.

5. Указания по написанию контрольной работы для обучающихся очной формы обучения

5.1. Требования к структуре

Каждому студенту при поступлении присваивается учебный шифр. Он указан в зачетной книжке и студенческом билете. Номера задач, входящих в вариант, определяются преподавателем.

Вариант задания выбирается в соответствии с двумя последними цифрами шифра A и B . Каждая задача зависит от двух числовых параметров m и n , которые определяются по цифрам A и B из таблиц:

A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
m	2	6	4	8	8	2	6	4	4	6

B	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n	3	5	1	7	9	1	3	7	5	9

Например, студент с шифром 12-34 ($A=3$, $B=4$) решает задачи со значениями $m=8$, $n=9$.

5.2. Требования к оформлению

Каждая контрольная работа содержит определенное количество примеров и задач. При выполнении их необходимо придерживаться следующих правил:

1. Контрольную работу надо выполнить в отдельной тетради, оставляя поля для замечаний преподавателя. В конце работы нужно оставить 3-4 чистых страницы, которые, возможно, понадобятся для исправления решений.

2. В заголовке работы должны быть разборчиво написаны: фамилия, имя и отчество, учебный шифр, номер контрольной работы (ее части), название дисциплины. Заголовок надо поместить на обложку тетради. Здесь же указать дату выполнения контрольной работы.

3. Решение задач надо располагать в порядке номеров, указанных в задании, сохраняя номер задач своего варианта.

4. Перед решением каждой задачи надо полностью выписать ее условие, заменив, где надо, общие данные контрольными из своего варианта.

5. Решения задач излагайте аккуратно, объясняя основные действия, выписывая нужные формулы, делая необходимые чертежи.

6. После получения прорецензированной работы исправьте все ошибки и недочеты, вписав исправления на оставленных чистых страницах.

Работа засчитывается, если она при проверке (или после устранения недочетов) преподавателем получает положительную оценку (зачет). Студенты, не получившие зачета по контрольной работе, к экзамену не допускаются. Зачетные контрольные работы обязательно предъявляются на итоговом зачете.

5.3 Варианты задач контрольных работ

1. Балансовые модели. Линейное программирование.

1.1. Химическое предприятие состоит из двух основных и одного вспомогательного цехов, каждый из которых выпускает один вид продукции. Прямые

затраты a_{ij} продукции i -го цеха на производство 1 единицы продукции j -го цеха, а также величины конечного продукта y_i , представлены таблицей.

Цеха	Коэффициенты прямых затрат a_{ij}			Конечный продукт y_i
	I	II	III	
I	0	$\frac{1}{20}m$	0	$200m$
II	$\frac{1}{30}n$	$\frac{1}{40}m$	$\frac{1}{10}$	$100m$
III	0	$\frac{1}{30}n$	$\frac{1}{40}n$	$300m$

Определить: 1) коэффициенты полных затрат; 2) валовой выпуск для каждого цеха; 3) производственную программу цехов (распределение валового продукта на конечный продукт и внутрипроизводственное потребление отдельно по цехам); 4) коэффициенты косвенных затрат.

1.2. Фирма выпускает три вида продукции. В процессе производства используется три технологические операции. В таблице для каждой операции указано, сколько времени занимает выполнение операции для изготовления 1 единицы продукции каждого вида. Там же указан суммарный фонд рабочего времени, в течение которого могут проводиться технологические операции.

Операция	Время на 1 изделие (мин/шт)			Общий ресурс времени (час)
	продукт №1	Продукт №2	продукт №3	
I	n	m	$2m$	$2(m+n)$
II	m	0	n	$2m+n$
III	$m/2$	n	0	$m+2n$

Ожидаемая прибыль от продажи одного изделия каждого вида составляет n , m и $n+m$ рублей соответственно. Определите наиболее выгодный суточный объем производства каждого вида продукции.

2. Транспортные задачи.

2.1. В городе имеется три хлебозавода, которые выпускают одинаковую продукцию и развозят ее по 5 магазинам. Стоимость доставки пропорциональна расстоянию от завода до магазина (см. таблицу).

Завод	Расстояние до магазина (км)				
	№1	№2	№3	№4	№5
I	$n+m$	m	$2n$	$n+m$	n
II	$2m$	$m+5$	n	$2n+m$	$m+n$
III	$n+3$	$m+1$	$n+2$	$2m+n$	n

Мощности хлебозаводов составляют $10m$, $20n$ и $10(m+2n)$ тонн продукции в сутки. Суточные потребности магазинов равны соответственно $5m$, $10n$, $10n$,

$10m, 5m+10n$ тонн. Определите план поставок, минимизирующий суммарные транспортные расходы магазинов.

3. Методы и модели в экономике.

3.1. Сетевая модель состоит из 9 этапов и включает в себя следующие операции:

Операция	1→2	1→3	1→4	2→5	3→5	4→5	2→6
Продолжительность	m	n	$m+2$	$n+1$	$m+3$	$n+2$	$m+2$
Число рабочих, занятых на операции	5	3	2	4	3	6	4

Операция	4→8	5→6	5→7	5→8	6→9	7→9	8→9
Продолжительность	n	$n+2$	$m+1$	$n+1$	$n+1$	$n+2$	$m+3$
Число рабочих, занятых на операции	5	2	1	5	3	2	4

Постройте сетевой граф модели. Для каждого i определите раннее начало операций $\langle i \rangle$, стартующих на i -м этапе, и позднее окончание операций $[i]$, заканчивающихся на i -м этапе. Для каждой операции вида $i \rightarrow j$ определите раннее и позднее начало операции, и ранее и позднее окончание операции, а также полный и свободный резерв операции. Выпишите все критические пути. Постройте календарный график потребности в рабочей силе, сначала исходя из ранних сроков начала операций, а затем – из поздних сроков начала операций. Постройте календарный график, в котором потребность в рабочей силе распределена максимально равномерно по времени.

3.2. Фирма, в состав которой входит три предприятия, принимает решение о комплексной реконструкции этих предприятий. В следующей таблице указаны 4 возможных решения по каждому предприятию, затраты c_i на реализацию таких решений и чистая прибыль R_i как результат принятого решения (в млн. руб.)

	1-е предприятие		2-е предприятие		3-е предприятие	
	c_1	R_1	c_2	R_2	c_3	R_3
Оставляем в прежнем виде	0	0	0	0	0	0
Малая механизация	m	$m+n$	1	$1+m$	n	$n+m$
Частичная модернизация	$m+5$	$2m+n+3$	5	$2n+m$	$n+5$	$n+3m$
Полная реконструкция	$m+n+5$	$2m+3n+3$	$n+5$	$3n+m$	$n+15$	$5n+6m$

Требуется, используя метод динамического программирования, составить план реконструкции предприятий, обеспечивающий максимальную прибыль, при условии, что фирма может вложить в реконструкцию предприятий не более $m+2n+15$ млн. руб.

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Кундышева, Е. С. Математические методы и модели в экономике: учебник / Е. С. Кундышева; под науч. ред. Б. А. Сулакова. – 3-е изд. – Москва: Дашков и К°, 2022. – 286 с.: ил., табл., граф. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684490>
2. Матвеева Л.Г. Экономико-математические методы и модели в управлении инновациями / Л.Г. Матвеева; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет». – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018. – 205 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499761>
3. Новиков, А. И. Экономико-математические методы и модели: учебник / А. И. Новиков. – 4-е изд. – Москва: Дашков и К°, 2021. – 532 с.: ил., табл., граф. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684328>

Дополнительная литература:

1. Самков Т.Л. Математические методы исследования экономики и математическое программирование: учебное пособие: [16+] / Т.Л. Самков; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 115 с.: ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575280>
2. Федосеев, В. В. Экономико-математические модели и прогнозирование рынка труда: учебник / В. В. Федосеев. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2019. — 148 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-9558-0603-7. — DOI 10.12737/textbook_5d413cc86c8c69.75689159. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/944660>

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет-ресурсы:

- <http://www.znanium.com/> - электронно-библиотечная система
<http://www.e.lanbook.com/> - ЭБС Издательства "ЛАНЬ"
<http://www.rucont.ru/> - электронно-библиотечная система
<http://www.biblioclub.ru/> - университетская библиотека онлайн

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения: *MS Office*

Информационные справочные системы: *Электронные ресурсы образовательной среды Университета.*