

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
"КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ"

Институт отраслевой экономики и управления

**Т. М. Дерендяева**

## **ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ**

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины  
для бакалавриата по направлению подготовки  
38.03.02 Менеджмент

Калининград  
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»  
2023

УДК 330.4(075.8)+519.86(075.8)

Рецензент

кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории  
и инструментальных методов ИНОТЭКУ ФГБОУ ВО "КГТУ" Ю. Я. Настин

**Дерендяева, Т. М.**

Экономико-математические модели и методы в управлении проектами:  
учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины для напр. подгот. 38.03.02  
Менеджмент / Т. М. Дерендяева. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ»,  
2023. – 104 с.

Учебно-методическое пособие является руководством по изучению  
дисциплины "Экономико-математические модели и методы в управлении  
проектами" для студентов бакалавриата по направлению подготовки 38.03.02  
Менеджмент. В пособии представлен тематический план дисциплины и  
методические указания по её изучению, подготовке к практическим занятиям,  
задания и указания по выполнению контрольной работы и сдаче зачёта. Пособие  
подготовлено в соответствии с требованиями утвержденной рабочей программы  
профессионального модуля, куда входит дисциплина "Экономико-  
математические модели и методы и в управлении проектами".

Табл.71 , рис. 11, список лит. – 11 наименований

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено для  
опубликования в качестве локального электронного методического материала  
кафедрой экономической теории и инструментальных методов 25.05.2022 г.,  
протокол № 09

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к  
изданию в качестве локального электронного методического материала для  
использования в учебном процессе методической комиссией ИНОТЭКУ  
22.06.2022 г., протокол № 07

УДК 330.4(075.8)+519.86(075.8)

© Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
"Калининградский государственный  
технический университет", 2023 г.  
© Дерендяева Т. М., 2023 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1 Тематический план по дисциплине и методические указания по её изучению .....	7
Тема 1. Введение в экономико-математическое моделирование в проектном управлении .....	7
Тема 2. Модели сетевого планирования и управления .....	13
Тема 3. Временные параметры сетевой модели .....	18
Тема 4. Двойственные задачи линейного программирования сетевых моделей.....	22
Тема 5. Управление проектами с фиксированным временем выполнения работ .....	28
Тема 6. Управление проектами с неопределённым временем выполнения работ.....	33
Тема 7. Оптимизация сетевых графиков .....	38
2 Методические указания для подготовки к практическим занятиям .....	45
Тема 1. Введение в экономико-математическое моделирование в проектном управлении .....	45
Тема 2. Модели сетевого планирования и управления .....	48
Тема 3. Временные параметры сетевой модели .....	52
Тема 4. Двойственные задачи линейного программирования сетевых моделей.....	56
Тема 5. Управление проектами с фиксированным временем выполнения работ .....	59
Тема 6. Управление проектами с неопределённым временем выполнения работ.....	62
Тема 7. Оптимизация сетевых графиков .....	65
3 Методические указания по выполнению контрольной работы .....	69
4 Методические указания по подготовке к сдаче зачета .....	88
5 Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы по дисциплине .....	94
5.1 Общие рекомендации и сведения .....	94
5.2 Практические задания для самостоятельной подготовки.....	95
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	101
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Пример листа СОДЕРЖАНИЕ в контрольной работе .....	103

## ВВЕДЕНИЕ

Целью освоения дисциплины "Экономико-математические модели и методы в управлении проектами" является получение теоретических знаний, необходимых для решения профессиональных задач в области проектного менеджмента.

Планируемые результаты освоения дисциплины "Экономико-математические модели и методы в управлении проектами" заключаются в том, что студент должен:

**знать:**

- основные типы экономико-математических моделей и методов, используемых в управлении;
- методы обработки экономической и деловой информации в процессе управления проектами;
- принципы принятия и реализации управленческих решений в области управления проектами с использованием экономико-математических моделей;

**уметь:**

- использовать способы экономико-математического моделирования при анализе проектов;
- разрабатывать и обосновывать варианты эффективных инвестиционных решений с помощью экономико-математического моделирования;
- использовать экономико-математические модели и методы для обработки экономической и деловой информации;

**владеть:**

- навыками построения экономико-математических моделей при управлении проектами;
- навыками принятия и реализации экономических и управленческих решений в области управления проектами с использованием экономико-математических моделей.

Дисциплина Б1. В. ДВ.03.02 "Экономико-математические модели и методы в управлении проектами" является дисциплиной по выбору образовательной программы бакалавриата по направлению 38.03.02 Менеджмент, профиль "Проектный менеджмент".

Общая трудоемкость дисциплины по очной форме обучения составляет 2 зачетных единицы (зет), т. е. 72 академических часа контактной работы (в том числе 14 часов лекционных и 14 часов практических занятий). По заочной и очно-заочной форме обучения трудоемкость дисциплины составляет 8 академических часов контактной работы, в том числе 2 часа лекционных и 6 часов практических занятий.

Текущий контроль осуществляется после рассмотрения на лекциях соответствующих тем в форме тестовых заданий по отдельным темам.

Оценивание осуществляется по следующим критериям:

- "отлично" - 90-100 % правильных ответов в тесте;
- "хорошо" - 70-90 % правильных ответов в тесте;
- "удовлетворительно" - 50-70 % правильных ответов в тесте;
- "неудовлетворительно" - менее 50 % правильных ответов в тесте.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. Очная форма, шестой семестр – зачет; очно-заочная и заочная форма, шестой семестр – контрольная работа, зачет. К оценочным средствам для промежуточной аттестации относятся тесты.

К зачету допускаются студенты с положительной оценкой по результатам тестирования. Итоговая оценка ("зачтено или "не зачтено") является экспертной и зависит от уровня освоения бакалавром тем дисциплины.

**Структура** учебно-методического пособия по изучению дисциплины включает пять разделов.

В первом разделе приводится тематический план, соответствующий содержанию изучаемой дисциплины, даются методические указания по её самостоятельному изучению.

Во втором разделе учебно-методического пособия представлены типовые задания и методические указания для подготовки к практическим занятиям.

В третьем разделе представлены методические указания по выполнению контрольной работы.

В четвертом разделе даны методические указания по подготовке к экзамену.

В пятом разделе представлены методические указания по выполнению самостоятельной работы по дисциплине.

# **1 Тематический план по дисциплине и методические указания по её изучению**

## **Тема 1. Введение в экономико-математическое моделирование в проектном управлении**

**Форма занятий** – лекция

**Вопросы для изучения:**

**Вопрос 1.** Управление проектами в современных условиях

**Вопрос 2.** Основные понятия проектного управления

**Вопрос 3.** Классификация типов проектов

**Методические указания по изучению темы 1**

**Вопрос 1.** Управление проектами в современных условиях

Приступая к изучению первого вопроса темы, студент должен вспомнить из курса дисциплины "Управление проектами", что реальное использование концепции проектного управления началось в России в 90-е годы XX века в условиях радикального реформирования экономики [8, с. 32]. К макроэкономическим предпосылкам широкого внедрения управления проектами в современных условиях следует отнести:

- изменение структуры собственности, связанное с разрушением монополии государственной собственности в сфере производства и услуг;
- изменение отраслевой структуры производства в результате её адаптации к новой структуре спроса;
- включение экономики России в мирохозяйственные связи.

Наиболее известным средством планирования работ был график Гантта, который не позволял установить зависимость между различными операциями. Из дисциплины "Управление проектами" студенты должны знать, что на сегодняшний день проектный менеджмент, как специфическая управленческая деятельность, локализованная во времени и направленная на определенный результат, является одним из самых эффективных и передовых методов управления. Применение проектных методов и механизмов управления связано,

в первую очередь, с ликвидацией системы, основанной на планово-распределительных методах управления и переходу к рыночным отношениям. Основной формой программного управления становятся целевые комплексные программы, которые формируют условия широкого использования проектов. Управление проектом издавна было стилем ведения бизнеса в строительной индустрии. В наши дни управление проектом не ограничивается сферой бизнеса и распространяется на многие другие сферы деятельности и особо значимо в сфере информационных технологий и социальной сфере. Общеизвестно, что именно управление проектами целесообразно в деятельности, связанной с космическими, топливно-энергетическими, строительными технологиями, что обусловлено присущей этим отраслям особой динамикой. Методы управления проектами позволяют управлять временными, затратными, качественными параметрами будущей продукции или услуги [8, с. 36-37].

## **Вопрос 2. Основные понятия проектного управления**

Приступая ко второму вопросу темы студентам необходимо вспомнить, что проект является временным предприятием, предназначенным для создания уникальных продуктов, услуг или результатов и которому присущи три важные характеристики:

- 1) наличие дат начала и завершения;
- 2) результат каждого проекта — уникальный продукт или услуга, что отличает проектную деятельность от операционной;
- 3) направленность проекта на достижение определенных целей [2, с. 6].

Управление проектом представляет собой организацию, планирование, руководство, координацию человеческих и материальных ресурсов на протяжении жизненного цикла проекта, направленных на достижение цели и результатов по составу и объёму работ, стоимости, времени, качеству.

Для эффективного управления проектом необходима разбивка проекта и системы его управления на подсистемы и компоненты, которыми можно управлять [8, с. 92-93].



Команда проекта – основная структурная единица участников проекта или специальная группа, которая осуществляет управление инвестиционным процессом в рамках проекта [8, с. 43].

Жизненный цикл проекта представляет собой промежуток времени между моментом зарождения и моментом завершения или ликвидации проекта. С точки зрения системного подхода проект может рассматриваться как процесс перехода системы из исходного состояния в конечное состояние или результат при участии ряда ограничений и механизмов. Тогда проект можно определить как ограниченное по времени, целенаправленное изменение отдельной системы с установленными требованиями к качеству результатов, с ограничениями расходования средств и со специфической организацией [8, с. 44, 10, с. 251].

Сетевое планирование и управление – это метод, который основывается на использовании математического аппарата теории графов и системного подхода для отображения и алгоритмизации комплексов взаимосвязанных работ, действий или мероприятий для достижения четко поставленной цели [10, с. 252].

Студенту необходимо уяснить, что к основным методам управления проектами относят:

- сетевое планирование и управление;
- календарное планирование;
- стандартное планирование;
- логистику;
- структурное планирование;
- имитационное моделирование.

Сетевое планирование позволяет определить, какие работы или операции из числа многих, составляющих проект, являются "критическими" по своему влиянию на общую календарную продолжительность проекта. Сетевое планирование позволяет также определить каким образом построить наилучший план проведения всех работ по данному проекту с тем, чтобы выдержать заданные сроки при минимальных затратах правило, даёт ещё и количественную оценку [8, с. 60].

Сетевое планирование основывается на разработанных практически одновременно и независимо методе критического пути МКП (СРМ -- Critical Path Method) и методе оценки и пересмотра планов ПЕРТ (PERT -- Program Evaluation and Review Technique). Методы сетевого планирования применяются для оптимизации планирования и управления сложными разветвленными комплексами работ, требующими участия большого числа исполнителей и затрат ограниченных ресурсов. Основная цель сетевого планирования - сокращение до минимума продолжительности проекта. Задача сетевого планирования состоит в том, чтобы графически, наглядно и системно отобразить и оптимизировать последовательность и взаимозависимость работ, действий или мероприятий, обеспечивающих своевременное и планомерное достижение конечных целей. Для отображения и алгоритмизации тех или иных действий или ситуаций используются экономико-математические модели, которые принято называть сетевыми моделями, простейшие из них - сетевые графики. С помощью сетевой модели руководитель работ или операции имеет возможность системно и масштабно представлять весь ход работ или оперативных мероприятий, управлять процессом их осуществления, а также маневрировать ресурсами. Важная особенность СПУ (сетевого планирования и управления) заключается в системном подходе к вопросам организации управления, согласно которому коллективы исполнителей, принимающие участие в комплексе работ и объединенные общностью поставленных перед ними задач, несмотря на разную ведомственную подчиненность, рассматриваются как звенья единой сложной организационной системы. Использование методов сетевого планирования способствует сокращению сроков создания новых объектов, обеспечению рационального использования трудовых ресурсов и техники.

Приступая к изучению второго вопроса темы, следует иметь в виду, что методы управления проектами позволяют:

- определить цели проекта и провести его обоснование, выявить структуру проекта, его подцели, основные этапы работы, закономерности;
- определить объёмы и источники финансирования;

- подобрать исполнителей через процедуры торгов и конкурсов, подготовить и заключить контракты;

- определить сроки выполнения проекта, составить график его реализации, рассчитать необходимые ресурсы;

- рассчитать смету и бюджет проекта, планировать и учитывать риски;

- обеспечить контроль хода реализации проекта [9, с. 108]. Часто наиболее трудной задачей применения методов статистического анализа является построение рядов динамики, адекватно отражающих происходящие изменения [5, с. 654-657].

Наиболее важными особенностями работы менеджеров проекта, исходя из вышеперечисленных характеристик, являются следующие:

- проектами необходимо управлять на протяжении всего жизненного цикла, обеспечивая максимальную преемственность ответственности, непрерывность комплексного планирования и контроля с начала проекта до его завершения;

- в процессе управления проектами одинаковое внимание должно быть уделено как продукту - результату проекта, так и процессу создания этого продукта, то есть собственно проекту;

- решения, принятые на ранних фазах проекта, имеют большее влияние на время завершения и общую стоимость проекта, чем решения, принятые на более поздних фазах.

- стоимость ускорения проекта возрастает экспоненциально по мере приближения времени завершения.

Стоимость компенсации упущенного времени обычно стремительно возрастает с каждой последующей фазой проекта [5, с. 657].

### **Вопрос 3. Классификация проектов**

Третий вопрос темы нацелен на формирование четких и осознанных представлений о том, что методы управления проектами зависят от масштаба проекта, сроков реализации работ, качества выполнения работ, ограниченности ресурсов, места и условий реализации и других факторов. Общая классификация

типов проектов включает более десяти признаков, но с развитием экономико-математических исследований проблема классификации применяемых моделей усложняется. Для большей конкретности примем основные признаки классификации вытекающими из доминирования одного из выше перечисленных факторов, при условии, что влияние всех прочих воздействий нейтрализуется с помощью стандартных процедур контроля [5, с. 625].

В качестве оснований классификации проектов принимают масштаб, сроки реализации, сферы деятельности и качество исполнения, ограниченность ресурсов и информации, а также количество участников проектной группы и степень влияния результатов реализации проекта на окружающий мир [8, с. 43; 11, с. 33-37].

Таблица 1.1 - Классификация проектов

Признаки классификации	Проекты
По составу и структуре	Монопроект, мультипроект, мегапроект
По сферам деятельности	Социальные, экономические, организационные, технические, смешанные
По характеру предметной области проекта	Инновационные, инвестиционные, комбинированные, учебно-образовательные, исследования и развитие
По продолжительности периода осуществления	Краткосрочные, среднесрочные, долгосрочные
По степени сложности	Простые, сложные, очень сложные
По размерам, количеству участников и степени влияния на окружающий мир	Мелкие проекты, средние проекты, крупные, очень крупные

Для успешной разработки проекта необходимо для каждой формы его подготовки найти конкретный механизм выполнения. Сам по себе проект не создает и не предполагает механизма его выполнения, но для каждой формы разработки проекта используется свой набор форм его реализации [8, с. 45-47].

С различными видами классификации проектов можно также ознакомиться в [5, с. 625-627].

Студентам следует иметь в виду, что формы разработки и реализации проектов достаточно разнообразны и определяются конкретными экономическими условиями [8, с. 43-45; 10, с. 16-24].

## Методические материалы по теме 1

При изучении темы 1 рекомендуется использовать указанные ниже библиографические источники, учебно-методическое пособие для бакалавриата по направлению подготовки 38.03.02 Менеджмент, видеолекции и презентации, которые размещены в разделе дисциплины в ЭИОС.

*Рекомендуемые источники по теме 1: [2, 3, 4, 8].*

## **Тема 2. Модели сетевого планирования и управления**

**Форма занятий** – лекция.

**Вопросы для изучения**

**Вопрос 1.** Понятие сетевой модели

**Вопрос 2.** Правила построения сетевых моделей

**Вопрос 3.** Алгоритм нахождения нумерации работ

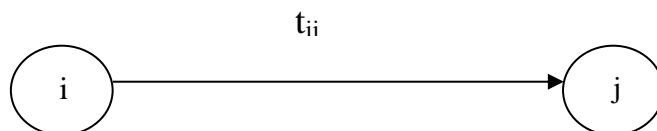
**Методические указания по изучению темы 2**

**Вопрос 1.** Понятие сетевой модели

Сетевое планирование – это метод планирования работ, операции в которых не повторяются. В сетевом планировании вначале необходимо расчленить проект на ряд работ и составить логическую схему или сетевой граф, который ещё называют сетевым графиком.

Сетевая модель - это графическое изображение производственного процесса или плана выполнения комплекса работ, состоящего из нитей (работ) и узлов (событий), которые отражают логическую взаимосвязь всех операций [5, с. 483]. В сетевом планировании и управлении под термином "сеть" понимается полный комплекс работ и вех проекта с установленными между ними зависимостями. В основе сетевого планирования лежит построение сетевых диаграмм. Графической моделью комплекса работ или производственного процесса является сетевая модель или сетевой график. С математической точки зрения сетевая модель – это связанный оргграф без петель и контуров. В сетевом моделировании имеются два основных элемента - работа и событие [5, с. 484]. Работа - это активный процесс, требующий затрат ресурсов, либо пассивный (ожидание), приводящий к достижению намеченного результата.

Операция – это сама работа или действие. Она обозначается:



Это означает, что начальное событие  $i$  происходит раньше конечного события  $j$ , а длительность операции ( $i - j$ ), которая обозначается стрелкой, будет равна  $t_{ij}$ .

Фиктивная работа - это связь между результатами работ (событиями), не требующая затрат времени и ресурсов. Она характеризует зависимость выполнения данной работы от выполнения какой-то другой работы [10, с. 256]. Продолжительность выполнения фиктивной работы  $t_{ij} = 0$ .

Продолжительность выполнения работ измеряется в единицах времени: часах, днях, неделях.

Событие – это факт окончания всех предшествующих этому факту работ, либо начало работ, следующих за данным событием.

Путь – это непрерывная последовательность работ в сетевом графике.

Длина искомого пути по времени определяется суммой продолжительности составляющих этот путь работ. В сетевом графике между исходным и завершающим событием может быть несколько путей, различных по продолжительности. Следует различать два пути: полный и критический.

Полный путь – непрерывная последовательность выполнения работ от исходного до завершающего события.

Критический путь - это путь, не имеющий резервов и включающий самые напряженные работы комплекса. Его временная длина определяет срок выполнения всех работ в сетевом графике. В сетевом графике может быть несколько критических путей. Системный подход определяет проект как комплекс временных действий, направленных на достижение определенного результата [10, с. 254 - 255].

Студенты необходимо усвоить, что сетевая модель – это графическое представление плана выполнения некоторого комплекса

взаимосвязанных работ (операций), заданного в специфической форме сети, графическое изображение которой называется сетевым графиком [5, с. 483]. Построение сетевой модели позволяет проанализировать все работы и внести улучшения в структуру модели до начала ее реализации. [1, с. 4].

Сетевую модель не обязательно изображать в виде чертежа. Она может быть однозначно определена различными матрицами, таблицами и системами неравенств [10, с. 279].

Заинтересованным студентам, желающим углубить свои знания, рекомендуется подробнее ознакомиться с материалом [2, с. 5-8; 3, с. 9-13].

### **Вопрос 2.** Правила построения сетевых моделей

Единой последовательности построения сетевой модели, в котором главными элементами являются работы и события, нет. Поэтому строить модели можно по-разному, двигаясь от начала проекта или исходного события к конечному или завершающему событию [5, с. 484-485].

Сеть вычерчивается слева направо, каждое событие с большим порядковым номером изображается правее предыдущего, то есть номер каждого последующего события должен быть больше номера любого предыдущего. Два соседних события могут объединяться лишь одной работой.

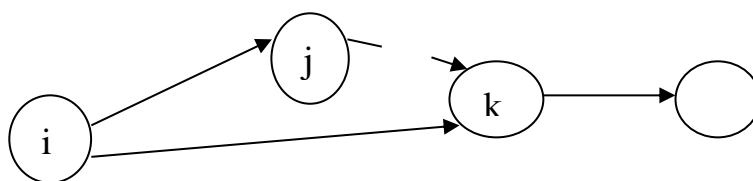


Рисунок 1 - Введение промежуточных событий и фиктивной работы

В сети не должно быть тупиков, т. е. не должно быть событий, из которых не выходит ни одна работа.

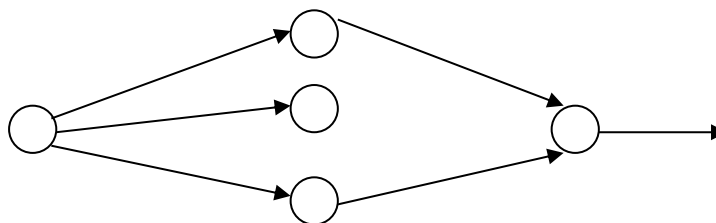


Рисунок 2 - Тупик в сети

В сети не должно быть промежуточных событий, которым не предшествует хотя бы одна работа.

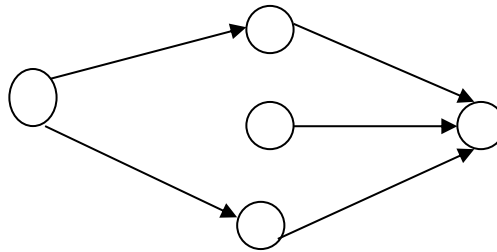


Рисунок 3 - Наличие в сети события без предшествующей работы

В сети не должно быть замкнутых контуров, состоящих из взаимосвязанных работ, создающих замкнутую цепь.

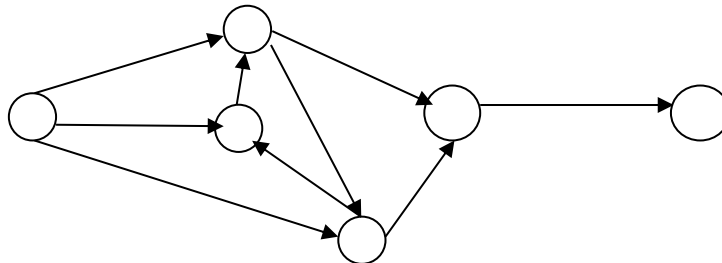


Рисунок 4 - Наличие в сети замкнутого контура

Достоинства сетевой модели заключается в её наглядности и сравнительной простоте исполнения [1, с. 4].

### Вопрос 3. Алгоритм нахождения нумерации работ

При изучении третьего вопроса необходимо иметь четкое представление правильной нумерации работ при построении модели проекта.

Нумерация начинается с исходного события, не имеющего предшествующих работ. Этому событию даётся номер 1.

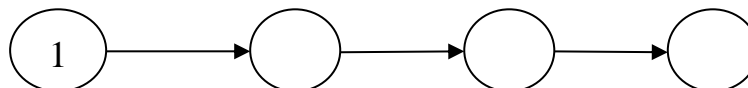


Рисунок 5 - Начало нумерации событий

Из исходного события 1 вычерчивают все исходящие из него работы, на оставшейся сети вновь находят событие, в которое не входит ни одна работа.



Этому событию даётся номер 2 и вычерчивают работы, выходящие из этого события.

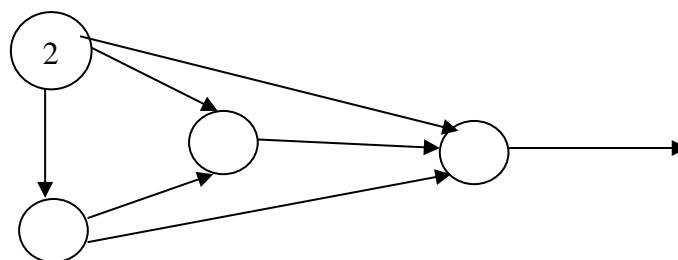


Рисунок 6 - Продолжение нумерации событий

Продолжением нумерации событий являются работы, выходящие из события 2. Затем вновь находят на оставшейся сети событие, в которое не входит ни одна работа, ему даётся номер 3, и так до завершающего события или события, означающего завершение комплекса работ. Как было сказано выше, при построении сети исходное событие располагается с левой, а завершающее – с правой стороны. При построении сетевых графиков желательно выдерживать последовательность в нумерации от исходного события к завершающему событию. Это значительно упрощает их расчет.

Упорядочение сетевого графика заключается в таком расположении событий и работ, при котором для любой работы предшествующее ей событие расположено левее и имеет меньший номер по сравнению с завершающим эту работу событием. Другими словами, в упорядоченном сетевом графике все работы-стрелки направлены слева направо: от событий с меньшими номерами к событиям с большими номерами.

Каждый отдельно взятый проект характеризуется своими конкретными правилами разработки. Необходимо ознакомиться с характеристиками отдельных видов проектных решений, имея в виду, что практически все принимаемые руководителем решения, имеют творческий характер. В частности, многообразие проектных решений и особенности их разработки раскрывает классификация, приведенная в следующих библиографических источниках [5, с. 484-485; 7, с. 37-41].

Процедура оценки инновационных проектов, юридического оформления соглашений и контрактов, а также формы и методы контроля их исполнения довольно детально разработаны за рубежом и широко применяются во всех странах с развитой рыночной экономикой. При этом они постоянно совершенствуются, особенно в части контроля хода реализации проектов и использования средств по целевому назначению [3, с. 32].

### **Методические материалы по теме 2**

При изучении темы 2 рекомендуется использовать учебно-методическое пособие для бакалавриата по направлению подготовки 38.03.02 Менеджмент, ФЭС и видеолекции и презентации по дисциплине, которые размещены в ЭИОС.

*Рекомендуемые источники по теме 2: [3, 7, 10].*

### **Тема 3. Временные параметры сетевой модели**

**Форма занятий** – лекция

**Вопросы для изучения**

**Вопрос 1.** Временные параметры событий

**Вопрос 2.** Временные параметры работ

**Вопрос 3.** Характеристики пути

**Методические указания по изучению темы 3**

**Вопрос 1.** Временные параметры событий

Прежде всего, проект - это временное предприятие, предназначенное для создания уникальных продуктов или услуг. Следует усвоить сущность подготовки проекта, организации и контроля выполнения проекта, обратной связи и оценки последствий принятых решений. [2, с. 56-58].

Сетевая модель имеет ряд важнейших временных параметров, которые позволяют определить степень напряженности выполнения отдельных работ и всего проекта и принять решение о перераспределении ресурсов. Как уже отмечалось, событие не может наступить прежде, чем свершатся все предшествующие работы. Для событий рассчитывают три характеристики: ранний и поздний сроки выполнения событий, а также его резерв.

К временным параметрам событий относятся:

- $t_p(i)$ - ранний срок наступления события  $i$ ;
- $t_n(i)$ - поздний срок наступления события  $i$ ;
- $R(i)$ - резерв времени наступления события  $i$ .

Таблица 1.2 - Временные параметры событий

Характеристика	Формула расчёта
Ранний срок наступления события $t_p(j)$ – это самый ранний из возможных сроков наступления события, который равен продолжительности раннего возможного предшествующего события $i$ , сложенного с длительностью работы $(i - j)$ .	$t_p(j) = \max [t_p(i) + t_{ij}]$
Поздний срок наступления события $t_n(i)$ – это самый поздний из возможных сроков наступления события, который не вызывает срыва срока свершения конечного события. Он определяется "обратным ходом", начиная с завершающего события.	$t_n(i) = \min [t_n(j) - t_{ij}]$
Резерв - это такой промежуток времени, на который может быть отсрочено наступление события $i$ без нарушения сроков завершения проекта в целом, т.е. на какой допустимый срок можно задержать событие, не вызывая при этом увеличение срока выполнения всего комплекса работ.	$R(i) = t_n(i) - t_p(i)]$

Начальные и конечные события критических работ имеют нулевые резервы событий [9, с. 18-19].

Знакомясь с внешними переменными, важно усвоить характеристики внешней среды: сложность, подвижность и неопределенность факторов. Управленческое решение принимается в условиях неопределенности, когда у руководителя отсутствует возможность оценить вероятность будущих результатов, когда требующие учета параметры либо новы, либо не структурированы, что вероятность последствий не удастся предсказать с достаточной степенью достоверности.

Более подробно с этим вопросом можно ознакомиться в работе [9, с. 30-32].

## **Вопрос 2.** Временные параметры работы

Отдельная работа может начаться (и окончиться) в ранние, поздние или другие промежуточные сроки. В дальнейшем при оптимизации сетевой модели возможно любое размещение работы в заданном интервале. К наиболее

важным временным параметрам работ относится ранний срок начала работы, поздний срок начала работы, ранний срок окончания работы, поздний срок окончания работы, полный резерв времени работы, частный резерв времени первого вида работы, независимый резерв времени работы.

Таблица 1.3 - Временные параметры работы (i,j)

Характеристика	Формула расчёта
Ранний срок начала события $t_{рн}(i,j)$	$t_{рн}(i,j) = t_p(i)$
Ранний срок окончания события $t_{ро}(i,j)$	$t_{ро}(i,j) = t_p(i) + t(i,j)$
Поздний срок окончания события $t_{по}(i,j)$	$t_{по}(i,j) = t_n(j)$
Поздний срок начала события $t_{пн}(i,j)$	$t_{пн}(i,j) = t_n(j) - t(i,j)$
Полный резерв времени	$R_n(i,j) = t_n(j) - t_p(i) - t(i,j)$
Частный резерв времени первого вида $R_1$	$R_1(i,j) = t_n(j) - t_n(i) - t(i,j)$
Частный резерв времени второго вида (свободный резерв $R_c$ )	$R_c(i,j) = t_p(j) - t_p(i) - t(i,j)$
Независимый резерв времени $R_n$	$R_n(i,j) = t_p(j) - t_n(i) - t(i,j)$

Полный резерв времени работы показывает, насколько в сумме может быть увеличена продолжительность всех работ, принадлежащих пути, то есть предельно допустимое увеличение продолжительности этого пути.

Частный резерв времени первого вида работы есть часть полного резерва времени, на которую можно увеличить продолжительность работы, не изменив при этом позднего срока её начального события.

Частный резерв времени второго вида работы (свободный резерв времени) есть часть полного резерва времени, на которую можно увеличить продолжительность работы, не изменив при этом раннего срока её конечного события.

Независимый резерв времени работы соответствует случаю, когда все предшествующие работы, заканчиваются в поздние сроки, а все последующие – начинаются в ранние сроки. Использование этого резерва не влияет на величину резервов времени других работ [3, с. 46-51].

Планирование и управление проектами на основе компьютерного обеспечения предполагает моделирование процессов с помощью сетевого графика и представляет собой совокупность расчетных методов, организационных и контрольных мероприятий по планированию и управлению

комплексом работ. Методы СПУ обладают рядом значительных следующих преимуществ: простотой представления комплекса работ в виде графо-сетевой модели и возможностью оптимизации проекта путем использования имеющихся временных и ресурсных резервов.

### **Вопрос 3. Характеристики пути**

Важное значение для анализа сетевых моделей имеет понятие пути. Путь - это любая последовательность работ в сетевом графике (в частном случае это одна работа) [5, с. 484-485].

Граф называется связным, если для любых двух его вершин существует путь, их соединяющий, в противном случае граф называется несвязным. Путь характеризуется двумя показателями – продолжительностью и резервом.

Продолжительность пути определяется суммой продолжительностей составляющих его работ.

В сетевой модели можно выделить так называемый критический путь. Критический путь  $L_{кр}$  состоит из работ  $(i,j)$ , у которых полный резерв времени равен нулю. Работы на критическом пути не имеют полного резерва времени, для них  $R_n(i, j) = 0$ . По сути, критический путь представляет собой набор всех задач, определяющих конечную дату проекта. Критический путь даёт наглядное представление о деятельности по проекту, чётко демонстрирует время, необходимое для выполнения задач, а также помогает отслеживать работы так, чтобы всё успеть в срок. Это значит, что завершение последней задачи критического пути ведет к завершению всего проекта.

У проекта может быть несколько критических путей, поскольку различные последовательности действий могут выполняться параллельно.

Резерв определяется как разность между длинами критического и рассматриваемого пути.

Полный резерв времени  $R_n(i,j)$  представляет собой максимальное время, на которое можно увеличить продолжительность данной работы, не изменяя продолжительности критического пути.

Общий (полный) резерв времени находят путём вычитания из значения правого сектора события (раннее окончание предшествующей работы), куда эта работа входит, значения левого сектора (раннее начало последующей работы), откуда эта работа выходит, минус продолжительность самой работы.

Свободный резерв времени  $R_c(i,j)$  равен разности между ранним началом последующей работы и ранним окончанием рассматриваемой работы.

Задачи, лежащие на критическом пути (критические задачи), имеют нулевой резерв времени выполнения, и, в случае изменения их длительности, изменяются сроки всего проекта.

Использование сетевой модели позволяет оптимально привлекать дополнительные ресурсы на работы критического пути с целью сокращения длительности проекта до директивного срока. Применение методов сетевого планирования и управления позволяет снизить финансовые затраты на выполнение проекта в среднем на 15-20 % только за счет организационных факторов. Подробно этот вопрос рассмотрен в работе [11, с. 61-70].

### **Методические материалы по теме 3**

При изучении темы 3 рекомендуется использовать учебно-методическое пособие для бакалавриата по направлению подготовки 38.03.02 "Менеджмент", ФОС, видеолекции и презентации, которые имеются в ЭИОС.

*Рекомендуемые источники по теме 3: [1,2, 6, 10].*

### **Тема 4. Двойственные задачи линейного программирования сетевых моделей**

**Форма занятий** – лекция

**Вопросы для изучения**

**Вопрос 1.** Математическая модель задачи выбора критического пути

**Вопрос 2.** Задача нахождения моментов наступления событий

**Вопрос 3.** Постановка пары двойственных задач сетевой модели

**Методические указания по изучению темы 4**

**Вопрос 1.** Постановка пары двойственных задач сетевой модели

К основным задачам сетевого планирования относятся задачи отыскания критического пути сетевого графика и нахождения моментов наступления событий. Эти задачи могут быть описаны в терминах линейного программирования и образуют пару двойственных задач. При изучении данного вопроса студент должен обратить внимание на то, что для получения математической модели задачи выбора критического пути необходимо составить систему ограничений, охватывающую множество всех полных путей сетевого графика [9, с. 32-35].

Для составления математической модели необходимо выбрать переменные задачи, составить систему ограничений и выбрать целевую функцию [5, с. 619-620].

Линейное программирование - наиболее разработанный и широко применяемый раздел математического программирования. Потому что:

- математические модели очень большого числа экономических задач линейны относительно искомым переменных;
- для линейных задач разработаны специальные численные методы и соответствующие стандартные программы, с помощью которых эти задачи решаются;
- некоторые задачи, которые в первоначальной формулировке не являются линейными, после ряда дополнительных ограничений и допущений могут стать линейными или могут быть приведены к такой форме, что их можно решать методами линейного программирования.

При изучении первого вопроса данной темы, студент должен вспомнить, что задача линейного программирования ставится следующим образом: максимизировать (минимизировать) целевую функцию вида:

$$Z = \sum_{j=1}^n C_j X_j \rightarrow \max (\min), \quad (1.1)$$

где  $Z$  - целевая функция или критерий эффективности задачи;  $x_j$  - управляющие переменные или решения задачи,  $j = 1, \dots, n$ ;  $b_i, a_{ij}, c_j$  - параметры,  $j = 1, 2, \dots, n, i = 1, 2, \dots, m$ .

Система ограничений:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq (\geq) b_i \quad (1.2)$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (1.3)$$

Задача линейного программирования в развернутом виде записывается следующим образом:

$$Z(X) = C_1 X_1 + C_2 X_2 + C_3 X_3 + \dots + C_n X_n \rightarrow \max (\min) \quad (1.4)$$

$$\begin{cases} a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1n} x_n \leq (\geq) b_1 \\ a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2n} x_n \leq (\geq) b_2 \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ a_{m1} x_1 + a_{m2} x_2 + \dots + a_{mn} x_n \leq (\geq) b_n \\ x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad i = 1, 2, \dots, m \end{cases} \quad (1.5)$$

$$(1.6)$$

Решить задачу линейного программирования – это значит найти значения управляющих переменных, удовлетворяющих всем ограничениям и доставляющим целевой функции максимум (минимум) [7, с. 23; 11, с. 11-24].

Пусть в структурной таблице работы пронумерованы от 1 до m, а события сетевого графика упорядочены и пронумерованы от 0 до n, где 0 – исходное, а n – завершающее событие. Для каждого события обозначим:

- 1)  $U^+(j)$  – множество событий сетевого графика, непосредственно предшествующих событию j;
- 2)  $U^-(j)$  – множество событий сетевого графика, непосредственно следующих за событием j [1, с. 45].

Для получения математической модели задачи сетевого планирования и управления необходимо составить систему ограничений, охватывающую множество всех полных путей сетевого графика.

## **Вопрос 2.** Математическая модель задачи выбора критического пути

Важнейшими понятиями сетевой модели являются понятия полного и критического пути. Критический путь имеет особое значение в системах сетевого планирования и управления. Действительно, срыв сроков выполнения какой-либо работы критического пути влечет срыв срока выполнения всего комплекса в целом, и, с другой стороны, для сокращения продолжительности



проекта необходимо в первую очередь сокращать продолжительность работ, лежащих на критическом пути. Полный путь — любой путь, начало которого совпадает с начальным событием сети, а конец — с завершающим. Наиболее продолжительный полный путь называется критическим. Критическими называются также работы и события, расположенные на этом пути [2, с. 17]. С каждой работой свяжем число  $X_k$  равное 1, если эта работа входит в критический путь сетевого графика (является критической), и равное 0 для некритической работы сетевого графика.

В системе ограничений должны быть учтены следующие условия:

- из исходного события выходит только одна критическая работа сетевого графика  $a_k$ , для которой  $X_k = 1$ , следовательно,

$$\sum_{k \in U^-(0)} X_k = 1; \quad (1.7)$$

- если в какое-либо событие  $j$  входит критическая работа  $a_k$ , то должна быть и критическая работа  $a_L$ , выходящая из этого события, следовательно,

$$\sum_{k \in U^+(j)} X_k = \sum_{l \in U^-(j)} X_L, \quad 1 \leq j \leq (n-1); \quad (1.8)$$

- в завершающее событие входит только одна критическая работа  $a_L$ , для которой  $X_L = 1$  следовательно,

$$\sum_{L \in U^+(n)} X_L = 1. \quad (1.9)$$

Длина полного пути сетевого графика выразится как сумма всех длин  $t_k$  или продолжительности работ, для которых  $X_k = 1$

Тогда целевая функция будет иметь вид:

$$F = \sum_{k=1}^m t_k x_k. \quad (1.10)$$

Формулировка задачи выбора критического пути: требуется найти неотрицательные переменные  $X_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, m$ ), принимающие только два значения 0 или 1, удовлетворяющие ограничениям (1)-(3) и обращающие целевую функцию (4) в максимум. Поставленная таким образом задача относится к линейному целочисленному программированию с альтернативными переменными. Нетрудно показать, что эта задача разрешима, и симплекс-метод, дает оптимальное решение, компоненты которого принимают только два

значения 0 или 1. Отсюда следует, что критический путь может быть получен путем решения симплексным методом задачи линейного программирования. Отсюда следует, что критический путь может быть получен путем решения симплексным методом задачи линейного программирования. [11, с.22].

Подробно данный вопрос изложен в работах [2, с. 58-78; 8, с. 33].

### **Вопрос 3.** Задача нахождения моментов наступления событий

Рассмотрим математическая модель для задачи нахождения моментов наступления событий. Критическим временем выполнения комплекса работ называют раннее время наступления завершающего события  $n$ , очевидно, оно совпадает с длиной критического пути [2, с. 18].

Пусть  $Y_j$  - момент свершения события  $j$  ( $0 \leq j \leq n$ ). Событие  $j$  может наступить лишь тогда, когда наступит каждое из предшествующих событий  $i$ , и будет выполнена работа, соединяющая события  $i$  и  $j$ , имеющая продолжительность  $t_k$ . Это значит, что для каждой работы должно выполняться неравенство:

$$Y_j \geq Y_i + t_k. \quad (1.11)$$

Длительность выполнения всего комплекса работ равна разности между разности между моментами свершения завершающего и исходного событий:

$$Z = Y_n - Y_0. \quad (1.12)$$

Математическая модель нахождения моментов наступления событий формулируется следующим образом: определить значения  $Y_j$ , удовлетворяющие неравенствам (5) и обращающие целевую функцию (6) в минимум.

Рассмотренные задачи линейного программирования являются двойственными и могут быть представлены с указанием сопряженных пар условий.

Двойственная задача составляется согласно следующим правилам:

1) целевая функция исходной задачи  $F$  (4) стремится к максимуму, а целевая функция двойственной задачи  $Z$  – к минимуму, при этом в задаче на максимум все неравенства в функциональных ограничениях имеют вид " $\leq$ ", а в задаче на минимум – вид " $\geq$ ";

2) матрица коэффициентов при неизвестных в системе ограничений исходной задачи, и аналогичная матрица в двойственной задаче получаются друг из друга транспонированием;

3) число переменных в двойственной задаче равно числу функциональных ограничений исходной задачи, а число ограничений в системе двойственной задачи – числу переменных в исходной задаче;

4) коэффициентами при неизвестных в целевой функции  $Z$  двойственной задачи являются свободные члены в системе ограничений исходной задачи, а правыми частями в ограничениях двойственной задачи – коэффициенты при неизвестных в целевой функции  $F$  исходной задачи;

5) каждому ограничению одной задачи соответствует переменная другой задачи: номер переменной совпадает с номером ограничения; при этом ограничению, записанному в виде неравенства " $\leq$ ", соответствует переменная, связанная условием неотрицательности. Если функциональное ограничение исходной задачи является равенством, то соответствующая переменная двойственной задачи может принимать как положительные, так и отрицательные значения. Задача выбора критического пути и задача нахождения моментов наступления событий являются двойственными задачами линейного программирования для сетевых моделей.

Таблица 1.4 - Двойственные задачи линейного программирования для сетевых моделей

Задача выбора критического пути	Задача нахождения моментов наступления событий
<p>Найти числа <math>X_k</math>, для которых  <math>F = \sum_{k=1}^m t_k \rightarrow \max</math>  при ограничениях: <math>\sum_{k \in U^-(j)} X_k = 1</math>  <math>\sum_{k \in U^+(j)} X_k = 1</math>  <math>\sum_{k \in U^+(j)} X_k - \sum_{l \in U^-(j)} X_l = 0</math>  <math>x_k \geq 0</math></p>	<p>Найти числа <math>Y_j</math>, для которых  <math>Z = Y_n - Y_0 \rightarrow \min</math>  при ограничениях: <math>Y_j - Y_i \geq t_k</math>  <math>Y_j</math> - произвольного знака</p>

В симметричных задачах система ограничений как исходной, так и двойственной задачи задается неравенствами, причем на двойственные переменные налагается условие неотрицательности. В дальнейшем мы будем

рассматривать только симметричные взаимно-двойственные задачи линейного программирования.

Подробнее методология процесса постановки пары двойственных задач сетевой модели изложены в работах [8, с. 17-18; 9, с. 78-89].

#### **Методические материалы по теме 4**

При изучении темы 4 рекомендуется использовать учебно-методическое пособие для бакалавриата по направлению подготовки 38.03.02 Методы принятия управленческих решений, ФОС, видеолекции и презентации, которые имеются в ЭИОС.

*Рекомендуемые источники по теме 4: [3,6,10].*

#### **Тема 5. Управление проектами с фиксированным временем выполнения работ**

**Форма занятий** – лекция

**Вопросы для изучения**

**Вопрос 1.** Использование метода критического пути для управления проектами с фиксированным временем выполнения работ

**Вопрос 2.** Расчёт времени выполнения проекта

**Вопрос 3.** Расчёт критического пути выполнения проекта

**Методические указания по изучению темы 5**

**Вопрос 1.** Использование метода критического пути для управления проектами

Метод критического пути (Critical Path Method – CPM) используется для управления проектами с фиксированным временем выполнения работ. Этот метод позволяет ответить на следующие вопросы:

- 1) Сколько времени потребуется на выполнение всего проекта?
- 2) В какое время должны начинаться и заканчиваться работы?
- 3) Какие работы являются критическими и должны быть выполнены в точно определенными графиком сроки, чтобы не сорвать установленное время выполнения проекта в целом?

4) На какое время можно отложить выполнение не критических работ, чтобы они повлияли на сроки выполнения проекта?

Критический путь – это самый продолжительный путь сетевого графика от исходного события к завершающему. Все события и работы критического пути также называются критическими. Продолжительность критического пути определяет сроки выполнения проекта [11, с. 20-25].

Обозначим  $t(i,j)$  – продолжительность работы с исходным событием  $i$  и завершающим событием  $j$ .

Ранний срок  $t_p(j)$  свершения события  $j$  равен  $t_p(j) = \max\{t_p(i) + t(i,j)\}$ , максимум берётся по всем работам  $i$ , предшествующим событию  $j$ .

Поздний срок  $t_n(i)$  свершения события  $i$  равен  $t_n(i) = \min\{t_n(j) - t(i,j)\}$ , минимум берётся по всем событиям  $j$ , непосредственно следующим за событием  $i$ .

Резерв времени события  $i$  показывает, на какой предельно допустимый срок  $R(i) = t_n(i) - t_p(i)$  может задержаться свершение события  $i$ .

При расчетах сетевого графика каждый круг, изображающий событие, делим диаметрами на четыре сектора.

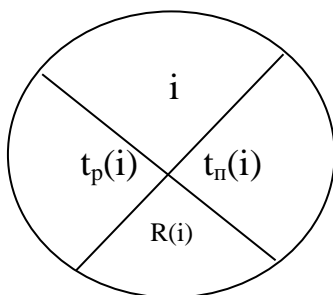


Рисунок 7 – Круг, изображающий событие сетевой модели

Критические события резервов времени не имеют.

Примеры решения задач линейного программирования подробно изложены в [11, с. 20-25; 7, с. 103-109].

## **Вопрос 2.** Расчёт времени выполнения проекта

Прежде всего, следует подчеркнуть, что сетевой график – это динамическая модель проекта, которая отражает последовательность и зависимость работ, необходимых для успешного завершения проекта. Нередко

руководители недооценивают объем времени, необходимый для реализации проекта. Так происходит чаще всего тогда, когда руководитель незнаком с заданием проекта. Оценка продолжительности операций, включенных в сетевой график, проводится на основе затрат времени, требуемого для решения всех задач, составляющих набор работ операции. На сетевом графике необходимо отражать сроки выполнения запланированных работ и ресурсы, необходимые для их выполнения, а также прямые финансовые затраты, возникающие при реализации этих работ [7, с. 9]. Единицей измерения продолжительности работ может быть любой отрезок времени, например, неделя или месяц. Длина стрелки выбирается произвольно. Она не отражает продолжительности работы.

Пример. Имеется сетевая модель, представленная на рисунке 8.

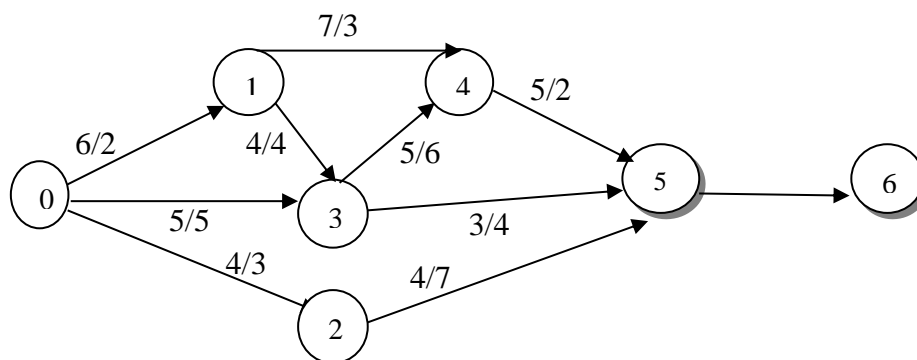


Рисунок 8 – Сетевая модель с указанием ресурсов и временных оценок

Цифра под чертой означает временную оценку или продолжительность работы ( $t_{ij}$ ), цифра над чертой задает объем необходимого ресурса в единицу времени ( $r_{ij}$ ). Пусть  $r_{ij}^k$  – интенсивность потребления  $k$ -го ресурса на работе  $(i, j)$ . Тогда величину  $v_{ij}^k = r_{ij}^k t_{ij}$  назовем объемом работы. Общая потребность на всю программу в  $k$ -м ресурсе равна  $V^k$ .

Пусть наличие ресурсов в каждый момент времени задано функцией  $A^k(t)$ . Если наличие ресурсов во времени неизменно, т. е.  $A^k(t) = A^k$ , то величина  $\frac{V^k}{A^k}$  определяет минимальное время выполнения программы с точки зрения обеспеченности ресурсами. Допустим, что наличие ресурсов в данный момент

времени равно  $A^k(t)=12$ . Это означает, что ресурс один и его наличие постоянно во времени для упрощения примем  $k = 1$  и тогда  $A^k(t) = A$ .

Найдем суммарную трудоемкость всех работ как сумму произведений объемов необходимого ресурса в единицу времени на продолжительность работ:

$$V = \sum v_{ij} = \sum r_{ij}t_{ij}. \quad (1.13)$$

После подстановки соответствующих числовых значений в формулу (1.13), имеем:

$$V = 6*2+5*5+3*4+7*4+4*4+5*6+5*2+3*4+4*7 = 173.$$

Затем выполним оценку времени, необходимого для выполнения проекта  $T$ :

$$T \geq \max\{T_n^0; \frac{V}{A}\} = \max[14; 173/12] = 15.$$

Применяя описанный выше алгоритм, получим время выполнения проекта равно  $T = 17$  дней [2, с. 23]. Подробные описания этого алгоритма в литературе по календарному планированию на основе классических сетевых моделей приведены в работе [2, с. 20-23]

Методы определения времени выполнения проекта подробно изложены в работах [10, с. 252-254; 7, с. 30-33; 9, с. 88-89].

### **Вопрос 3.** Расчёт критического пути выполнения проекта

Рассмотрим сеть проекта, представленного следующими данными, приведенными в таблице 1.5.

Необходимо найти критический путь этого проекта.

Определить сколько времени потребуется для завершения проекта. Можно ли отложить выполнение работы  $D$  без отсрочки завершения проекта в целом?

На какое время можно отложить выполнение работы  $C$  без отсрочки завершения проекта в целом?

Таблица 1.5 – Данные для расчёта

Работы	Предшествующая работа	Продолжительность работы, дни
А	-	5
В	-	3
С	А	7
Д	А	6
Е	В	7

F	D, E	3
G	D, E	10
H	C, F	8

Изобразим сетевой график

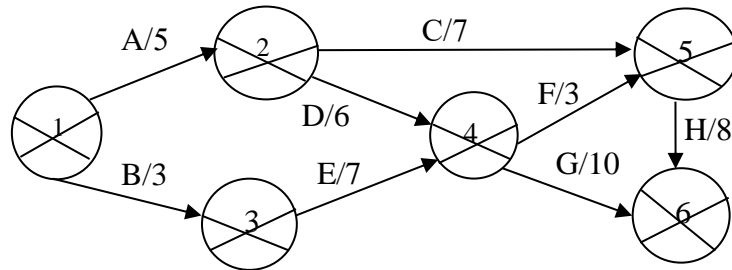


Рисунок 9 – Сетевая модель проекта

При вычислении  $t_p(i)$  перемещаемся по сетевому графику от исходного события 1 к завершающему событию 6 [9, с. 29-30].

$t_p(1) = 0$ . В событие 2 входит только одна работа  $t_p(2) = t_p(1) + t(1,2)$

$$t_p(2) = 0 + 5 = 5$$

Аналогично  $t_p(3) = t_p(1) + t(1,3) = 0 + 3 = 3$

В событие 4 входит только две работы  $t_p(4) = \max\{t_p(2) + t(2,4), t_p(3) + t(3,4)\} = \max\{5 + 6, 3 + 7\} = 11$

$$t_p(5) = \max\{t_p(2) + t(2,5), t_p(4) + t(4,5)\} = \max\{5 + 7, 3 + 11\} = 14$$

$$t_p(6) = \max\{t_p(4) + t(4,6), t_p(5) + t(5,6)\} = \max\{11 + 6, 14 + 8\} = 22$$

$$t_{кр} = 22$$

Для завершения проекта потребуется 22 недели. Можно ли отложить выполнение Работа  $D = (2,4)$  расположена на критическом пути. Поэтому её нельзя отложить без отсрочки завершения проекта в целом. Работа  $C = (2,5)$  не расположена на критическом пути. Поэтому её можно отложить на время равно  $t_p(5) - t_p(2) - t(2,5) = 14 - 5 - 7 = 2$  недели

### Методические материалы по теме 5

При изучении темы 5 рекомендуется использовать учебно-методическое пособие для бакалавриата по направлению подготовки 38.03.02 Менеджмент, ФОС, видеолекции и презентации, которые имеются в ЭИОС.

*Рекомендуемые источники по теме 5:* [2, 7, 9, 10].



## **Тема 6. Управление проектами с неопределённым временем выполнения работ**

**Форма занятий** – лекция.

**Вопросы для изучения**

**Вопрос 1.** Метод оценки и пересмотра проектов

**Вопрос 2.** Использование вероятностных оценок времени выполнения работ

**Вопрос 3.** Пример использования метода PERT

**Методические указания по изучению темы 6**

**Вопрос 1.** Метод оценки и пересмотра проектов

В методе критического пути предполагалось, что время выполнения работ известно. На практике же эти сроки обычно не определены. Можно строить некоторые предположения о времени выполнения каждой работы, но нельзя предусмотреть все возможные трудности и задержки выполнения. Для управления проектами с неопределённым временем выполнения работ широкое применение получил метод оценки и пересмотра проектов (Project Evaluation and Review Technique - PERT), рассчитанный на использование вероятностных оценок времени выполнения работ, предусмотренных проектом.

Метод оценки и пересмотра проектов PERT предназначен для работы с очень сложными проектами, которые необходимо реализовывать с помощью последовательных задач или запускать параллельно с другими проектами. В общем, цель PERT — своевременное завершение проектов в рамках бюджета, а также точная оценка их общего объема на этапе определения объемов работ. Методика учитывает факторы, которые могут привести к нежелательному результату или увеличению количества времени, необходимого для реализации проекта, а также ключевые этапы его реализации, начиная с управления ресурсами и заканчивая личной эффективностью. Итак, метод оценки и пересмотра проектов - это метод, используемый для оценки продолжительности

проекта при высоком уровне неопределенности оценок продолжительностей отдельных работ [9, с. 32-34].

Сроки являются ключевым аспектом метод оценки и пересмотра проектов или PERT и позволяют добиться оптимальной производительности и снижения затрат.

Оптимистичный срок — это минимальное количество времени, необходимое для выполнения задачи при условии, что все будет работать безотказно и даже лучше, чем ожидалось.

Формулы расчёта по методу PERT для оптимистичного времени выполнения задачи по проекту:

$$t_o = \frac{O+П+4P}{6}. \quad (1.14)$$

Пессимистичный срок, наоборот, означает максимальное количество времени, необходимое для выполнения задачи при условии, что все, что может пойти не так, пойдет не так, не считая глобальных бедствий.

$$t_{п} = \frac{O+2П+3P}{6}. \quad (1.15)$$

Скорее всего, реальный прогнозируемый срок выполнения будет лежать в промежутке между этими двумя значениями при условии, что все будет идти как обычно. Именно ожидаемый срок выполнения лучше всего учитывать при планировании и управлении проектом, допуская, наличие рискованных ситуаций и неопределенности внешней среды. Если в проекте задействовано много людей и много задач, наличие сетевой диаграммы PERT в качестве плана даст инструмент управления проектом, который можно использовать в качестве основы. Но если проект не очень сложный, то эта методика потребует затрат времени на ненужную детализацию, а расчеты временных параметров проекта можно выполнить с помощью усредненной временной модели [9, с. 33].

**Вопрос 2.** Использование вероятностных оценок времени выполнения работ

При использовании метода PERT необходимо оценить наименьшую возможную продолжительность выполнения каждой работы, наиболее

вероятную продолжительность и наибольшую продолжительность на тот случай, если продолжительность выполнения этой работы будет больше ожидаемой. Метод PERT допускает неопределенность продолжительности операций и анализирует влияние этой неопределенности на продолжительность работ по проекту в целом.

Для каждой работы вводят три оценки:

оптимистическое время  $t_{min} = a$  – наименьшее возможное время выполнения работы;

пессимистическое время  $t_{max} = b$  – наибольшее возможное время выполнения работы;

наиболее вероятное время  $t_p = m$  – ожидаемое время выполнения работы в нормальных условиях.

Значения параметров  $t_{min}$ ,  $t_{max}$  и  $t_p$  определяются исполнителем или экспертом.

По значениям  $a$ ,  $b$  и  $m$  находят ожидаемое время выполнения работы:

$$t = \frac{a+4b+m}{6}. \quad (1.16)$$

Дисперсия или вариация ожидаемого времени выполнения работы:

$$\delta^2(t) = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2. \quad (1.17)$$

Если время выполнения работы  $i$  известно точно, то вариация ожидаемого времени выполнения работы равна нулю.

Распределение времени выполнения работы является нормальным со средним значением  $E(t)$ , равным сумме ожидаемых значений времени выполнения работ на критическом пути, и дисперсией  $\delta^2(t)$ , равной сумме дисперсий работ критического пути, если времена выполнения каждой из работ, можно считать независимыми друг от друга. Тогда можно рассчитать вероятность завершения проекта в установленный срок  $T_0$ .

$$P(t_{кр} \leq T_0) = 0,5 + \Phi\left(\frac{T_0 - E(t)}{\delta(t)}\right), \quad (1.18)$$

$$\text{где } \Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt. \quad (1.19)$$

Значения функции  $\Phi(x)$  берутся из специальной таблицы. Важно, что  $\Phi(-x) = -\Phi(x)$ .

Можно также воспользоваться мастером функций  $f_x$  пакета MS Excel:  $\Phi(x) = \text{НОРМРАСП}(x;0;1;1) - 0,5$ . Полагают, что  $\Phi(x) = 0,5$  при  $x \geq 5$ .

В предположении, что сроки выполнения операций не зависят друг от друга, среднее значение нормального распределения определяется как сумма математических ожиданий продолжительности критических операций, а дисперсия определяется как сумма их дисперсий. Полученное нормальное распределение можно использовать для оценки вероятности завершения проекта к заранее установленной дате. В методе критического пути и методе PERT проекты рассматриваются как сети отдельных событий и работ. Работа в этих системах представляет собой любой элемент проекта, на выполнение которого требуется время и который может задержать начало выполнения других работ. Основное различие двух методов заключается в различном подходе к длительности операций. Метод критического пути исходит из того, что длительность операций можно оценить с достаточно высокой степенью точности и определенности. Метод PERT допускает неопределенность продолжительности операций и анализирует влияние этой неопределенности на продолжительность работ по проекту в целом. В настоящее время более широко применяют метод критического пути, а не метод оценки и пересмотра планов.

### **Вопрос 3.** Пример использования метода оценки и пересмотра проектов

Предположим, что менеджер проекта оценивает наиболее вероятное время, необходимое для завершения проекта  $T_0 = 12$  дней, при условии возникновения стандартных задержек и сдвигов сроков, оцененных на основании предыдущего опыта. Оптимистичная оценка составляет  $t_{\min} = 7$  дней при условии, что задача будет выполняться без каких-либо задержек и ни один из рисков не реализуется. Пессимистичный прогноз выполнения задачи составляет  $t_{\max} = 29$  дней, если произойдут все возможные задержки и реализуются риски. Оценка длительности задачи по методу PERT рассчитывается по формуле (8).

$$t = \frac{7+4*12+29}{6} = 14 \text{ дней.} \quad (1.20)$$

В целях более глубокого анализа и прогнозирования длительности задач можно вычислить дисперсию оценки метода PERT по формуле (9), адаптировав обычную формулу для статистической дисперсии:

$$\delta^2(t) = \frac{(t_{\min}-t)^2 + 4 (T_0-t)^2 + (t_{\max}-t)^2}{6}. \quad (1.21)$$

Стандартное отклонение рассчитаем во формуле:

$$\delta(t) = \sqrt{\frac{(t_{\min}-t)^2 + 4 (T_0-t)^2 + (t_{\max}-t)^2}{6}}. \quad (1.22)$$

Для приведенного выше примера, дисперсия составляет 6,95 дней, или около одной недели. Дисперсия, в данном случае, говорит об уровне разброса оптимистичного, пессимистичного и наиболее вероятного значений от их среднего. Для быстрого вычисления стандартного отклонения  $\delta(t)$  часто применяют более простую, но менее точную формулу:

$$\delta(t) = \frac{t-t_{\min}}{6}. \quad (1.23)$$

Необходимо вычесть оптимистичное значение из значения длительности задачи по методу PERT и разделить на число 6.

Используя эту формулу и в приведенном выше примере, мы получаем стандартное отклонение равное  $\delta(t) = \frac{14-7}{6} = 1,17$  дней в течение всего срока проекта. Чем меньше стандартное отклонение, тем ближе друг к другу сгруппированы оптимистичные, пессимистичные и наиболее вероятные оценки длительности задачи.

Подробнее решение задач сетевого управления с помощью метода PERT рассмотрено в [11, с. 27-34; 7, с. 22-40; 9, с. 34-35].

### **Методические материалы по теме 6**

При изучении темы 6 рекомендуется использовать учебно-методическое пособие для бакалавриата по направлению подготовки 38.03.02 Менеджмент, ФОС, которые имеются в ЭИОС, стенды и плакаты в специализированных аудиториях.

*Рекомендуемые источники по теме 6: [7, 9, 11].*

## **Тема 7. Оптимизация сетевых графиков**

**Форма занятий** – лекция.

**Вопросы для изучения**

**Вопрос 1.** Стоимость проекта и оптимизация модели сетевого графика

**Вопрос 2.** Коэффициент напряженности работ

**Вопрос 3.** Оценка эффективности инвестиционного проекта

## Методические указания по изучению темы 7

### Вопрос 1. Стоимость проекта и оптимизация модели сетевого графика

Приступая к изучению темы 7, следует, прежде всего, усвоить, что сетевое планирование и управление (СПУ) представляет собой систему методов, с помощью которых осуществляется разработка крупных хозяйственных комплексов, научной и технологическая подготовка производства, строительство новых объектов и реконструкция старых, научных и конструкторских исследований и проектов. Диапазон применения СПУ весьма широк: от задач, касающихся деятельности отдельных лиц, до проектов, включающих сотни организаций и десятки тысяч людей.

Впервые методы сетевого планирования были разработаны и применены в США в конце 50-х годов XX века в строительстве: метод СРМ (метод критического пути) и при разработке ракетной системы "Поларис": метод PERT (метод оценки и обзора программ). Стоимость проекта определяет стоимость выполнения каждой работы плюс дополнительные расходы. С помощью дополнительных ресурсов можно добиться сокращения времени выполнения критических работ. Тогда стоимость этих работ возрастет, но общее время выполнения проекта уменьшится, что может привести к снижению общей стоимости проекта. Предполагается, что работы можно выполнить либо в стандартные, либо в минимальные сроки, но не в промежуточные между ними сроки.

Рассмотрим сеть проекта, представленного следующими данными, приведенными в таблице 1.6. Необходимо найти критический путь. Определить сколько времени потребуется для завершения проекта. Можно ли отложить выполнение работы  $D$  без отсрочки завершения проекта в целом? На какое время можно отложить выполнение работы  $C$  без отсрочки завершения проекта в целом?

Таблица 1.6 – Данные для расчёта

Работы	Стандартное время, дней	Минимальное время, дней	Затраты на работы	
			стандартное время, тыс. у.е.	минимальное время, тыс. у.е.
A	3	2	800	1400
B	2	1	1200	1900
C	5	3	2000	2800
D	5	3	1500	2300
E	6	4	1800	2800
F	2	1	600	1000
G	2	1	500	1000

Изобразим сетевой график

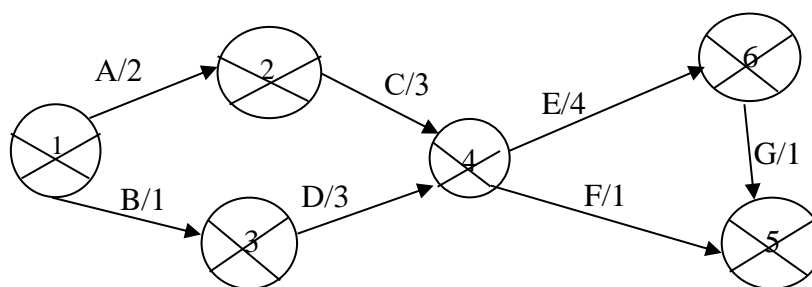


Рисунок 10 – Сетевая модель проекта

Найдём критический путь при условии, что все работы совершаются в минимальное время. Минимальное время, за которое может быть завершён проект, – 9 дней. Критический путь А – С – Е. Очевидно, что работы В, D, E, G не лежат на критическом пути. Стандартное время выполнения этих работ даёт следующую экономию: 800(D), 700(B), 500(G), 400(F), т. е.:

$$\Delta S = 800 + 700 + 500 + 400 = 2400.$$

Поэтому порядок оптимизация будет такой: D, B, G и F. Рассмотрим работу, т. е. экономия с наибольшего к минимальному. Мы не можем увеличить продолжительность работы D(3,4) с 3 до 5 дней, так как тогда изменится оценка  $t_p = 4$  и изменится критический путь, т. е. общее время выполнения проекта увеличится.

Рассмотрим работу В. Увеличение продолжительность работы В (1,3) с 1 до 2 дней возможно. При этом появится два критических пути: А, С, Е и В, D, Е. Работы А и С мы должны по-прежнему выполнять в минимальное время, иначе изменится критический путь. Рассмотрим работу G. Увеличение



продолжительности с 1 до 2 дней возможно. Рассмотрим работу F. Увеличение продолжительности с 1 до 2 дней возможно. Итак, мы видим, что работы A, C, D и E выполняются в минимальное время, работы B, F и G – в стандартное. Тогда общая стоимость проекта составит:

$$S = 1400 (A) + 1200 (B) + 2800 (C) + 2300 (D) + 2800 (E) + 600 (F) + 500 (G) = \\ = 11\ 600 \text{ тыс. у.е.}$$

В случае необходимости срок завершения проекта может быть уменьшен за счёт сокращения продолжительности работ критического пути. Длительность некритических работ, имеющих резервы времени может быть увеличена без ущерба для общего срока выполнения проекта.

Таким образом, мы минимизировали общее время выполнения проекта с наименьшими дополнительными затратами.

Подробнее стоимость сетевых проектов рассмотрена в работе [5, с. 489-493].

## **Вопрос 2. Определение напряженности работ**

Величина полного резерва времени далеко не всегда может достаточно точно характеризовать, насколько напряженным является выполнение той или иной работы некритического пути. Все зависит от того, на какую продолжительность работ распространяется вычисленный резерв, какова продолжительность этой последовательности. Определить степень трудности выполнения в срок каждой группы работ некритического пути можно с помощью коэффициента напряженности работ.

Коэффициентом напряженности  $K_n$  работы (i,j) называется отношение продолжительности несовпадающих (заключенных между одними и теми же событиями) отрезков пути, одним из которых является путь максимальной продолжительности, проходящий через данную работу, а другим – критический путь:

$$K_n(i, j) = \frac{t(L_{\max}) - t'_{кр}}{t_{кр} - t'_{кр}}, \quad (1.24)$$

где  $t(L_{\max})$  – продолжительность максимального пути, проходящего через работу  $(i,j)$ ;  $t_{кр}$  – продолжительность (длина) критического пути;  $t'_{кр}$  – продолжительность отрезка рассматриваемого пути, совпадающего с критическим путем.

Данную формулу можно привести к виду:

$$K_n(i, j) = 1 - \frac{R_n(i, j)}{t_{кр} - t'_{кр}}, \quad (1.25)$$

где  $R_n(i, j)$  – полный резерв времени работы  $(i,j)$ .

Коэффициент напряженности может изменяться в пределах от 0 до 1.

Коэффициент напряженности равен 0 для работ, у которых отрезки максимального из путей, не совпадающие с критическим путем, состоят из фиктивных работ нулевой продолжительности.

Коэффициент напряженности равен 1 для работ критического пути.

Рассмотрим пример расчёта коэффициента напряженности.

Пусть известно, что продолжительность критического пути равна 61 суткам, а максимальный путь, проходящий через некоторую работу (1,4), имеет следующую топологию:  $0 \rightarrow 1 \rightarrow 4 \rightarrow 6 \rightarrow 9 \rightarrow 10 \rightarrow 11$  и продолжительность 49 суток. Этот путь совпадает с критическим путём на отрезке  $6 \rightarrow 9 \rightarrow 10 \rightarrow 11$ , продолжительность которого 32 суток. Подставляя эти значения в формулу коэффициента напряженности, получим:

$$K_n(1,4) = \frac{t(L_{\max}) - t'_{кр}}{t_{кр} - t'_{кр}} = \frac{49 - 32}{61 - 32} = \frac{17}{29} \approx 0,59.$$

По другой формуле полный резерв работы (1,4) равен  $R_n(1,4) = 12$ , следовательно

$$K_n(1,4) = 1 - \frac{12}{61 - 32} = 1 - \frac{12}{29} = \frac{17}{29} \approx 0,59.$$

Коэффициент напряженности работы (1,4) можно вычислить двумя способами. Но в обоих случаях результат, естественно, получился одинаковым.

Если известно, что некоторая работа лежит на критическом пути, тогда ее коэффициент напряженности равен  $K_n = 1$ .

### **Вопрос 3.** Оценка эффективности инвестиционного проекта

Прежде всего, следует подчеркнуть, что в основе оценки эффективности инвестиционного проекта лежит система показателей, соизмеряющая полученный эффект от осуществления проекта с его инвестиционными затратами. Эффект представляется в виде генерируемых денежных потоков – совокупность распределённых во времени поступлений и выплат денежных средств от реализации инвестиционного проекта. Согласно методике Мирового банка реконструкции и развития, среди современных методов оценки эффективности инвестиционных проектов по методу учета фактора времени в расчетах можно выделить две группы: статические и динамические [5, с. 89]. Характерной особенностью динамических методов является использование дисконтирования разновременных результатов и затрат, связанных с инвестиционным проектом. Процедура дисконтирования разновременно поступающих денежных потоков производится при помощи ставки дисконта, корректное обоснование которой напрямую влияет на результаты расчетов.

В качестве основных показателей, используемых для расчетов эффективности инвестиционных проектов, рекомендуются чистый дисконтированный доход, чистая текущая стоимость, чистая приведенная стоимость – в зависимости от перевода, внутренняя норма доходности, срок окупаемости.

К наиболее популярным динамическим показателям одноименных методов оценки эффективности инвестиционных проектов относятся:

- чистая текущая стоимость NPV (Net Present Value);
- внутренняя норма доходности IRR (Internal Rate of Return);
- индекс прибыльности  $I_R$  (Profitability Index);
- динамический срок окупаемости DPP (Discounted Payback Period).

Величина NPV вычисляется с помощью следующей формулы:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{PV_t}{(1+r)^t} + I_0 \quad (1.26)$$

где  $PV_t$  - денежный поток за период  $t$ ;  $r$  - ставка дисконтирования;  $n$  – число периодов;  $I_0$  - первоначальные инвестиции, которые в течение  $n$  периодов по прогнозу будут генерировать доходы  $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ .

$$PV = \sum_{t=1}^n \frac{P_t}{(1+r)^t} \cdot \quad (1.27)$$

Если  $NPV \geq 0$ , то проект принимается, если  $NPV \leq 0$ , то проект следует отвергнуть, если  $NPV = 0$ , то требуются дополнительные исследования.

Индекс прибыльности проекта:

$$I_R = \frac{PV}{I_0} \cdot \quad (1.28)$$

Очевидно, что если  $I_R \geq 1$ , то проект принимается, если  $I_R \leq 1$ , то проект следует отвергнуть, если  $I_R = 1$ , то требуются дополнительные исследования.

При использовании данного метода предполагается, что целью компании является максимизация ее стоимости. Метод основан на сравнении величины исходных инвестиций с потоками доходов, которые данные инвестиции генерируют на протяжении прогнозного периода. Поскольку денежные потоки распределены во времени, то они дисконтируются с помощью коэффициента  $r$ , устанавливаемого аналитиком или инвестором самостоятельно исходя из ежегодной нормы или процента возврата капитала, который он хочет или может иметь на инвестируемый им капитал [8, с. 312-315]. Критерием эффективности инвестиционного проекта является значение чистого денежного потока, по своей сути означающее прирост рыночной стоимости бизнеса вследствие реализации проекта.

Более подробно вопросы оценки и управления стоимостью проекта изложены в работе [8, с. 388-407]. С оптимизацией сетевых моделей можно ознакомиться там же [8, с. 272-279]

### **Методические материалы по теме 7**

При изучении темы 7 рекомендуется использовать учебно-методическое пособие для бакалавриата по направлению подготовки 38.03.02 Менеджмент,

ФОС, которые имеются в ЭИОС, стенды и плакаты в специализированных аудиториях.

*Рекомендуемые источники по теме 7: [8, 11].*

## **2 Методические указания для подготовки к практическим занятиям**

### **Тема 1. Введение в экономико-математическое моделирование в проектном управлении**

**Форма проведения занятия** – практическое занятие.

**Вопросы для изучения:**

**Вопрос 1.** Управление проектами в современных условиях

**Задание 1.**

Для успешной работы руководителю проектной команды требуются не только особые личностные качества, но также знания, умения и навыки, которые позволят ему эффективно действовать в роли как формального, так и неформального лидера.

В таблице 2.1 приведены примеры различных видов ответственности руководителя проекта. Какие из них входят в обязанности руководителя проекта как формального лидера? Указать в правом столбце "да" или "нет".

Таблица 2.1 – Виды ответственности руководителя проекта

Наименование действия	Да/нет
Подбор членов проектной группы	
Обеспечение строгого следования графикам	
Обеспечение слаженной работы команды	
Поддержание сплочённости команды проекта	
Контроль соответствия результатов целям	
Своевременное разрешение конфликтов	
Поддержание уровня мотивации команды проекта	

**Задание 2.**

Для обеспечения максимальной отдачи от проектной группы руководителю следует учитывать ряд закономерностей, которым подчиняется групповая деятельность. Ниже приведён ряд принципов. Какие из них следует

принимать во внимание для успешной организации работы проектной группы?  
Указать в правом столбце "да" или "нет".

Таблица 2.2 – Принципы эффективной организации проектной группы

Формулировка принципа	Да/нет
Принцип возрастания потенциала проектной группы в результате взаимного обогащения знаниями и опытом за счёт создания обстановки увлеченности и сотрудничества	
Принцип согласование взаимных требований и ожиданий	
Справедливая оценка трудового вклада каждого члена команды	
Принцип стандартизации или стандартных управленческих ситуаций и решений	
Принцип поддержания и обеспечения обратной связи	
Высокая мотивация членов команды проекта	
Принцип автоматизма реализации управленческих решений	
Принцип оптимальной информированности членов команды проекта	
Принцип соразмерности прав и ответственности	
Принцип единства единоначалия и коллегиальности	

### Задание 3.

Распределите задачи руководителя проекта, проставляя знак "+" в соответствующей графе, по иерархическим уровням управления.

Таблица 2.3 - Основные задачи руководителя проекта

Основные задачи ЛПР	Высший	Средний	Нижний
1. Формулирование целей проекта			
2. Разработка сменно-суточных заданий			
3. Контроль использования сырья и оборудования			
4. Руководство деятельностью специализированных подразделений			
5. Взаимодействие с внешней средой			
6. Организация выполнения квартальных заданий			

### Вопрос 2. Основные понятия проектного управления

#### Задание 1.

Модель, характеризующая общую тенденцию изменения спроса ( $D$ ) на товар при изменении его цены ( $p$ ), имеет вид  $D = D_{\max} - \alpha p$  и может рассматриваться и как общетеоретическая, и как прикладная модель, где  $0 < \alpha < 1$ , дробная производная Римана-Лиувилля. Укажите области использования такой или подобной модели, в том числе, в проектной деятельности.

## Задание 2.

На основе ознакомления с основными понятиями экономико-математического моделирования в управлении проектами заполнить таблицу.

Таблица 2.4 - Основные понятия проектного менеджмента

№ п/п	Вопрос	Ответ
1	В чем заключается необходимость моделирования в управлении проектами?	
2	В чём отличие управления проектом от менеджмента?	
3	Чем отличается проект от процесса и продукта?	
4	Каковы требования, предъявляемые к экономико-математическим моделям?	
5	Что собой представляет жизненный цикл проекта?	
6	В чём заключается сетевое планирование и управление?	
7	Какие могут быть ограничения у проекта?	

## Вопрос 3. Классификация проектов

### Задание 1.

В правом столбце таблицы привести характеристики следующих основных типов экономико-математических моделей

Таблица 2.5 - Типы моделей в управлении проектами

Тип модели	Характеристика модели
Макет будущего офиса фирмы	
Уравнение взаимосвязи прибыли и объёма выпуска	
Модель выпуска продукции	
Контракт на разработку проекта	
Сетевой график	

### Задание 2.

В приведенной ниже таблице 2.6 правильно указать классификационные признаки проектов.

Таблица 2.6 - Классификационные признаки проектов

Классификационные признаки	Типы проектов	
По срокам реализации	Простой	Технически сложный
По требованиям к качеству и способам его обеспечения	Краткосрочный	Долгосрочный
По совокупности проектов	Бездефектный	Модульный
По сложности	Монопроект	Мультипроект
По уровню участников	Местный	Государственный
По объекту инвестиций	Антикризисный	Инновационный
По причине возникновения проекта	Открывшиеся возможности	Реорганизация
По характеру целевой задачи	Образовательный	Чрезвычайная ситуация

## Методические материалы по теме 1

При изучении темы 1 рекомендуется использовать УМП-ИД для бакалавриата по направлению подготовки 38.03.03 Менеджмент, ФОС, презентации и видеолекции, которые размещены в ЭИОС.

*Рекомендуемые источники по теме 1: [1, 3, 8].*

## Тема 2. Модели сетевого планирования и управления

**Форма проведения занятия** – практическое занятие

**Вопросы для изучения:**

**Вопрос 1.** Понятие сетевой модели

**Задание 1.**

Операционный менеджер разрабатывает план производства участка на следующий год, и ему необходимо определить планируемый объем выпуска продукции. Участок относится к одно номенклатурному производству. Оборудование участка состоит из трех групп однотипного оборудования:

1-я группа - 5 единиц, 2-я группа - 11 единиц, 3-я группа - 15 единиц. Норма времени на обработку комплекта деталей одного изделия в каждой группе оборудования - соответственно: 0,5 н/ч, 1,1 н/ч, 1,5 н/ч. Режим работы участка: работа в 2 смены, продолжительность смены - 8 ч, число рабочих дней в году - 255, регламентированные простои оборудования – 7 % режимного фонда времени.

Укажите в соответствующей графе, какие из перечисленных значений могут быть выбраны менеджером в качестве плановых значений выпуска продукции в плане производства участка на следующий год.

Таблица 2.7 - Плановые значения выпуска продукции участка

Объем выпуска продукции, ед.	Верно	Неверно
3784		
13 500		
30 940		
37 942		
132 096		



## Задание 2.

Расположите перечисленные в таблице расчетные этапы подготовки и обоснования решений, составляющих содержание организационного проектирования производственной системы в порядке их выполнения, проставляя их номер в графе "Порядок".

Таблица 2.8 - Этапы подготовки и обоснования проектных решений

Этапы подготовки и обоснования проектных решений	Порядок
1. Расчет основных технико-экономических показателей организации	
2. Проектирование обслуживающих производств	
3. Проектирование производственной структуры организации	
4. Проектирование вспомогательных производств	
5. Выбор объектов и масштабов производства	
6. Проектирование системы управления организации	
7. Выбор месторасположения организации	
8. Пространственная планировка цехов (помещений)	
9. Проектирование производственной структуры цехов	
10. Выбор организационно-правовой формы организации	
11. Разработка генерального плана организации	

## Задание 3.

Модель, характеризующая общую тенденцию изменения спроса ( $D$ ) на товар при изменении его цены ( $p$ ), имеет вид  $D = D_{\max} - \alpha p$  и может рассматриваться и как общетеоретическая, и как прикладная модель, где  $0 < \alpha < 1$ , дробная производная Римана-Лиувилля. Укажите области использования такой или подобной модели, в том числе, в проектной деятельности.

### Вопрос 2. Правила построения сетевых моделей

#### Задание 1.

В таблице 2.9 представлен перечень работ, входящих в проект разработки нового продукта, с указанием продолжительности и последовательности их выполнения.

Таблица 2.9 – Данные для расчета

Работа	Продолжительность	Предшествующая работа
1	2	3
А	1	-
Б	4	А
С	2	А
Д	6	А
Е	5	Б

1	2	3
Ж	2	С, Д
З	6	Е, Ж
И	7	Д
К	4	З, И

Составить сетевой график проекта, определить состав работ.

### Задание 2.

В таблице 2.10 представлен перечень работ, входящих в проект разработки нового продукта, с указанием продолжительности и последовательности их выполнения.

Таблица 2.10 – Продолжительность и последовательность работ проекта

Работа	Продолжительность	Предшествующая работа
А	1	-
Б	4	А
С	2	А
Д	6	А
Е	5	Б
Ж	2	С, Д
З	6	Е, Ж
И	7	Д
К	4	З, И

Определить длительность критического пути. Отметить длительность критического пути в таблице.

Таблица 2.11 - Длительность критического пути проекта

Длительность критического пути, дни	Верно	Неверно
15		
18		
19		
20		

### Вопрос 3. Алгоритм нахождения нумерации работ

#### Задание 1.

Построить сетевой график, рассчитать наиболее ранние и наиболее поздние сроки наступления событий, найти критический путь, определить полные и независимые резервы времени всех работ с помощью данных, представленных в таблице 2.12.

Таблица 2.12 – Данные для построения сетевого графика

Работа	Продолжительность работы	Опирается на работы
b1	5	–
b2	8	–
b3	3	–
b4	6	b1
b5	4	b1
b6	1	b3
b7	2	b2, b5, b6
b8	6	b2, b5, b6
b9	3	b4, b7
b10	9	b3
b11	7	b2, b5, b6, b10

1) Построить сетевой график и ввести нумерацию событий.

2) Найти наиболее поздние сроки наступления событий

3) Результаты расчетов отразить на сетевом графике. Ранние сроки наступления событий записать над кружками, изображающими эти события, поздние сроки наступления событий – под кружками.

### Задание 2.

В таблице 2.13 представлен перечень работ, входящих в проект разработки нового продукта, с указанием продолжительности и последовательности их выполнения.

Таблица 2.13 - Перечень работ проекта

Работа	Продолжительность	Предшествующая работа
А	1	-
Б	4	А
С	2	А
Д	6	А
Е	5	Б
Ж	2	С, Д
З	6	Е, Ж
И	7	Д
К	4	З, И

Определить длительность критического пути. Отметить длительность критического пути в таблице.

### Задание 3.

В таблице 2.14 представлен перечень работ, входящих в проект разработки нового продукта, с указанием продолжительности и последовательности их выполнения.

Таблица 2.14 - Перечень работ проекта

Работа	Продолжительность	Предшествующая работа
А	1	-
Б	4	А
С	2	А
Д	6	А
Е	5	Б
Ж	2	С, Д
З	6	Е, Ж
И	7	Д
К	4	З, И

Что произойдёт, если продолжительность выполнения операции Ж будет увеличена с двух до четырех?

Таблица 2.15 - Перечень последствий изменения работ проекта

Характер последствий	Верно	Неверно
Изменится продолжительность выполнения следующей работы		
Изменится длительность критического пути		
Ничего не изменится		
Изменится состав работ критического пути		

### Методические материалы по теме 2

При изучении темы 2 рекомендуется использовать учебно-методическое пособие для бакалавриата по направлению подготовки 38.03.02 "Менеджмент", ФОС, которые имеются в ЭИОС, видеолекции и презентации.

*Рекомендуемые источники по теме 2: [1, 3, 8, 9].*

### Тема 3. Временные параметры сетевой модели

**Форма проведения занятия** – практическое занятие.

**Вопросы для изучения:**

**Вопрос 1.** Временные параметры событий

### Задание 1.

Рассматривается проект о строительстве консультационного пункта. Существуют три возможных района строительства: А, В, С. Данные отражены в таблице 2.16.

Таблица 2.16 – Исходные данные для решения задачи

Фактор	Вес	А	В	С
Доступность для пациентов	0,55	8	4	4
Арендная	0,25	4	4	6
Удобство для персонала	0,20	4	8	6

Дать рекомендации о месте строительства, используя метод взвешивания.

### Задание 2.

Даны семь работ: А, Б, В, Г, Д, Е и Ж. Работа В может выполняться после работ А и Г, работы Г и Д – после работы Б, работа Е – после Г и Д, работа Ж – после работы В и Е.

Постройте сетевой график в терминах работ и событий.

### Вопрос 2. Временные параметры работ

### Задание 1.

Расположите перечисленные в таблице расчетные этапы подготовки и обоснования решений, составляющих содержание организационного проектирования производственной системы в порядке их выполнения, проставляя их номер в графе "Порядок".

Таблица 2.17- Этапы подготовки и обоснования решений, составляющих содержание организационного проектирования производственной системы

Этапы подготовки проектных решений	Порядок
1. Расчет основных технико-экономических показателей	
2. Проектирование обслуживающих производств	
3. Проектирование производственной структуры	
4. Проектирование вспомогательных производств	
5. Выбор объектов и масштабов производства	
6. Проектирование системы управления организации	
7. Выбор месторасположения организации	
8. Пространственная планировка цехов (помещений)	
9. Проектирование производственной структуры цехов	
10. Выбор организационно-правовой формы организации	
11. Разработка генерального плана организации	

## Задание 2.

Для производства продуктов А и Б используется три типа технологического оборудования. На производство единицы продукции А оборудование первого типа используется 3 часа, второго - 4 часа, третьего типа - 5 часов. На производство единицы продукции Б оборудование первого типа используется 6 часов, второго - 3 часа, третьего типа - 2 часа. Полезный фонд времени работы оборудования первого типа составляет 102 часа, второго - 91 час, третьего - 185 часов. Прибыль от реализации единицы продукции А составляет 7 руб., а продукции Б - 9 руб.

Составить план производства продуктов А и Б, обеспечивающий максимальную прибыль от их реализации.

## Задание 3.

Указать, какие из приведённых факторов чаще других мешают принимать эффективные управленческие решения в ходе групповой работы?

Таблица 2.18- Факторы снижения эффективности совместной работы

Факторы снижения эффективности совместной работы	Да/нет
Отсутствие взаимопонимания между сотрудниками	
Несправедливое распределение рабочей нагрузки	
Нечёткая постановка целей	
Недостаточный уровень заинтересованности в конечных результатах	
Низкий уровень доверия к лидеру	
Низкий уровень обеспеченности средствами оргтехники	
Плохой психологический климат	
Плохие взаимоотношения между членами группы	
Низкая включенность членов группы в совместную работу	
Использование неэффективных методов групповой работы	
Низкая ориентация членов группы на достижение	
Отсутствие у членов группы настроения на развитие	
Самоуспокоенность, удовлетворенность текущими достижениями	

Чем больше факторов снижения эффективности совместной работы вы отметили, тем ниже уровень групповой совместной работы, который является основой выработки эффективных управленческих решений. Отметьте те факторы, на которые прямо или косвенно может повлиять лидер управленческой команды.

### **Вопрос 3. Характеристики пути**

#### **Задание 1.**

Даны семь работ: А, Б, В, Г, Д, Е и Ж. Работа В может выполняться после работ А и Г, работы Г и Д – после работы Б, работа Е – после Г и Д, работа Ж – после работы В и Е.

Построить сетевой график в терминах работ и событий. Определить длительность критического пути.

#### **Задание 2.**

Заполнить таблицу 2.19 профессионального и непрофессионального использования программ управления проектами для решения нижеперечисленных задач.

Таблица 2.19- Использование программ управления проектами

Профессиональное использование программ	Непрофессиональное использование программ

- 1) Структуризация и описание состава и характеристик всех работ, ресурсов, постоянных, переменных затрат и возможных доходов проекта.
- 2) Расчет расписания работ проекта с учетом всех ограничений.
- 3) Определение критических операций и резервов времени для исполнения других операций проекта.
- 4) Расчет бюджета проекта и распределения во времени запланированных затрат.
- 5) Расчет распределения во времени потребности в материалах и оборудовании и для более полной отчетности по проекту.
- 6) Определение оптимального состава ресурсов проекта и равномерного и оптимального их распределения во времени.
- 7) Повышение вероятности успешного исполнения директивных показателей.
- 8) Для ведения учета и анализа исполнения проекта.

9) Моделирование последствий управленческих воздействий с целью принятия оптимальных управленческих решений по проекту.

10) Составление расписания исполнения работ проекта без учета ресурсных ограничений при директивных, а не расчетных продолжительностях его работ.

11) Разработка директивных показателей затрат ресурсов.

12) Контроль исполнения и анализ отклонений запланированных показателей.

### **Методические материалы по теме 3**

При изучении темы 3 рекомендуется использовать УМП-ИД для бакалавриата по направлению подготовки 38.03.02 Менеджмент, ФОС, которые имеются в ЭИОС, видеолекции и презентации.

*Рекомендуемые источники по теме 3: [2, 10, 11].*

### **Тема 4. Двойственные задачи линейного программирования сетевых моделей**

**Форма проведения занятия** – практическое занятие.

**Вопросы для изучения:**

**Вопрос 1.** Постановка пары двойственных задач сетевой модели

**Задание 1.**

Какие из перечисленных функций присущи календарному планированию и какие - диспетчированию?

Проставьте знак "+" в соответствующей колонке.

Таблица 2.20 - Функции календарного планирования и диспетчирования при управлении проектами

Управленческие функции	Календарное планирование	Диспетчирование
1. Контроль бесперебойного ресурсного обеспечения производства		
2. Учет выполнения оперативных программ цехами		
3. Оперативный учет, контроль и регулирование выполнения программ цехами		
4. Составление месячных заданий для участков		
5. Разработка календарно-плановых нормативов		



## Задание 2.

Рассматривается проект строительства завода в одном из трёх городов А, В, С. Исследование показало, что постоянные затраты за год в этих городах равны  $F_i = 20000, 50000$  и  $80000$  рублей, где  $i = 1, 2, 3$ , а переменные затраты, соответственно, равны  $V_j = 65, 45$  и  $30$  руб. на единицу продукции соответственно, где  $j = 1, 2, 3$ . Полные затраты, как известно, рассчитываются по формуле:  $C(q) = F_i + V_j q$ .

Ожидаемый годовой выпуск продукции  $q = 5000$  единиц. Определить место строительства завода с учётом полных затрат.

## Задание 2.

Задачи нахождения критического пути и нахождения моментов свершения событий являются двойственными и могут быть представлены по схеме. Заполнить таблицу 2.21, указав сопряженные пары условий.

Таблица 2.21 - Двойственные задачи

Задача нахождения критического пути	Задача нахождения моментов свершения событий
Найти числа $x_k$ , для которых целевая функция $F \rightarrow$	Найти числа $y_j$ , для которых целевая функция $Z \rightarrow$
при ограничениях $x_k$	при ограничениях $y_j$
$x_k \geq ?$	$y_j ?$

## Вопрос 2. Математическая модель задачи выбора критического пути

### Задание 1.

Оцените следующие высказывания о выборе месторасположения организации.

Таблица 2.22 - Данные для выбора месторасположения организации

Варианты выбора	Верно	Неверно
1. Решение о выборе месторасположения фирмы не зависит от характера производства		
2. Месторасположение может изменять затраты на производство и реализацию продукции		
3. Всегда можно точно оценить вероятные затраты и результаты производства в зависимости от месторасположения организации		
4. Выбор месторасположения кафе-мороженого относится к "свободному" выбору		
6. При размещении производственных и сервисных организаций менеджеры руководствуются критериями, определяемыми требованиями конкуренции		
7. Фактор условия аренды имеет значение только для производственных организаций		

## Задание 2.

Даны пять работ: А, Б, В, Г и Д. Работа В может выполняться после работ А и Г, работы Г и Д – после работы Б.

Построить сетевой график и определить длительность критического пути.

## Вопрос 3. Задача нахождения моментов наступления событий

## Задание 1.

Расположите перечисленные в таблице этапы подготовки и обоснования решений организационного проектирования производственной системы в порядке их выполнения.

Таблица 2.23 - Этапы подготовки и обоснования решений организационного проектирования производственной системы

Этапы подготовки решений	Порядок
1. Расчет технико-экономических показателей производства	
2. Проектирование обслуживающих производств	
3. Проектирование производственной структуры	
4. Проектирование вспомогательных производств	
5. Выбор объектов и масштабов производства	
6. Проектирование системы управления организации	
7. Выбор месторасположения организации	
8. Пространственная планировка цехов (помещений)	
9. Проектирование производственной структуры цехов	
10. Выбор организационно-правовой формы организации	
11. Разработка генерального плана организации	

## Задание 2.

Отметьте в таблице правила приоритетов при определении очередности выполнения конкурирующих по ресурсам работ в процессе календарного планирования производственных процессов.

Таблица 2.24 - Приоритеты при определении очередности выполнения работ в процессе календарного планирования производственных процессов

Правила приоритетов очередности выполнения конкурирующих работ	Верно	Неверно
1. Правило "Первый пришел - первый, обслужен"		
2. Анализ точки окупаемости (безубыточности)		
3. Правило Джонсона		
4. Правило Парето		
5. Правило критического пути		
6. SWOT-анализ		

## Методические материалы по теме 4

При изучении темы 4 рекомендуется использовать УМП-ИД для бакалавриата по направлению подготовки 38.03.02 Менеджмент, ФОС, которые имеются в ЭИОС, видеолекции и презентации.

*Рекомендуемые источники по теме 4:* [2, 3, 7, 8].

## Тема 5. Управление проектами с фиксированным временем выполнения работ

**Форма проведения занятия** – практическое занятие.

**Вопросы для изучения:**

**Вопрос 1.** Использование метода критического пути для управления проектами с фиксированным временем выполнения работ

**Задание 1.**

При разработке календарного графика используется разработанная сетевая модель, показывающая логическую взаимосвязь работ. Однако существуют работы, которые не могут быть связаны логической связью ни с одной из работ проекта. Существуют также работы, которые имеют временные ограничения и должны планироваться на какие-то конкретные сроки, которые имеют связь с календарной датой, а не с логическими предшественниками или последователями этих работ в проекте. В зависимости от выбранного типа ограничения работа будет планироваться во времени различным образом. Задайте тип ограничения для работ, приведенных в таблице 2.25 из приведённого ниже списка.

Таблица 2.25 - Взаимосвязь типов ограничений и особенностей планирования выполнения работ

Тип ограничения	Планирование работ во времени
1	2
	Работа начинается как можно раньше после окончания предшествующей (привязки к конкретной дате нет).
	Работа начинается как можно позже после окончания предыдущей, не влияя на дату окончания проекта (привязки к конкретной дате нет).
	Работа должна закончиться не позже определенной даты. Предшествующая задача не сможет вытолкнуть задачу с таким ограничением за указанную дату.

1	2
	Работа должна начаться не позже определенной даты. Предшествующая задача не сможет вытолкнуть задачу с таким ограничением за дату ограничения.
	Работа не может закончиться раньше определенной даты
	Работа не может начаться раньше определенной даты
	Работа должна закончиться к определенной дате

Типы ограничений: как можно раньше, начало не позднее, как можно позже, окончание не позднее, окончание не ранее, фиксированное окончание, начало не ранее.

### Задание 2.

Для производства трёх изделий А, В и С используются три вида ресурсов. Каждый из них используется в объёме, не превышающем 180, 210 и 236 кг. Нормы затрат каждого из видов ресурсов на одно изделие и цена единицы изделий приведены в таблице 2.26.

Таблица 2.26 – Показатели деятельности предприятия

Вид ресурса	Нормы затрат ресурсов на 1 изделие, кг		
	А	В	С
1	4	2	1
2	3	1	3
3	1	2	5
Цена изделия, у.е.	10	14	12

Составить модель выпуска изделий, обеспечивающую получение оптимального дохода.

### Вопрос 2. Расчёт времени выполнения проекта

#### Задание 1.

Фирма получила заказы на разработку пяти программных продуктов. Для выполнения этих заказов решено привлечь пятерых наиболее опытных программистов. Каждый из них должен написать одну программу. В таблице приведены оценки времени (в днях), необходимого программистам для выполнения каждой из этих работ.

Таблица 2.27 – Оценки времени, необходимого программистам для выполнения каждой из этих работ, дни

Программист	1	2	3	4	5
Белов	46	19	44	62	67
Воронов	47	24	53	60	70
Голубев	44	22	54	59	68
Петров	43	23	51	63	71
Сидоров	45	21	48	64	69

Распределите работы между программистами, чтобы общее количество человеко-дней, затраченное на выполнение всех пяти заказов, было минимальным. Какое минимальное количество человеко-дней необходимо для выполнения всех пяти заказов? Какую программу следует поручить Голубеву? Какую программу следует поручить Сидорову?

### Задание 2.

Для производства трёх изделий А, В и С используются три вида ресурсов. Каждый из них используется в объёме, не превышающем 180, 210 и 236 кг. Нормы затрат каждого из видов ресурсов на одно изделие и цена единицы изделий приведены в таблице 2.28.

Таблица 2.28 – Показатели деятельности предприятия

Вид ресурса	Нормы затрат ресурсов на 1 изделие, кг		
	А	В	С
1	4	2	1
2	3	1	3
3	1	2	5
Цена изделия, у.е.	10	14	12

Определить план выпуска изделий, обеспечивающий получение оптимального дохода.

### Вопрос 3. Расчёт критического пути выполнения проекта

#### Задание 1.

Проект представлен данными, приведенными в таблице 2.29.

Таблица 2.29 – Данные для расчёта

Работы	Предшествующая работа	Продолжительность работы, дни
A	-	5
B	-	3
C	A	7
D	A	6
E	B	7
F	D, E	3
G	D, E	9
H	C, F	8

Найти критический путь проекта и определить, сколько времени потребуется для завершения проекта.

Можно ли отложить выполнение работы *D* без отсрочки завершения проекта в целом?

На какое время можно отложить выполнение работы *C* без отсрочки завершения проекта в целом?

### **Методические материалы по теме 5**

При изучении темы 5 студентам рекомендуется использовать учебно-методическое пособие для бакалавриата по направлению подготовки 38.03.02 Менеджмент, ФОС, которые имеются в ЭИОС, видеолекции и презентации.

*Рекомендуемые источники по теме 5: [3, 5, 7].*

## **Тема 6. Управление проектами с неопределённым временем выполнения работ**

**Форма проведения занятия** – практическое занятие

**Вопросы для изучения:**

**Вопрос 1.** Метод оценки и пересмотра проектов

**Задание 1.** Фирма может влиять дополнительным финансированием на скорость строительства своего торгового павильона. Очередность выполнения работ, их нормальная и ускоренная продолжительность выполнения, а также стоимость строительно-монтажных работ при нормальном и ускоренном режиме их выполнения приведены в следующей таблице.

Таблица 2.30 – Условие задачи

Работы	a	b	c	d	e	f	g	h	k	l
Опирается на работу	C,G	E, F		A,H	A,H	C,G	L		L	
Нормальный срок, дни	10	12	29	19	10	20	10	18	37	10
Ускоренный срок, дни	9	10	27	16	9	17	9	16	33	9
Нормальная стоимость, т. р.	26	32	40	43	26	45	26	41	68	26
Плата за ускорение, т. р.	2	6	8	12	2	6	3	6	12	4

Построить сетевой график выполнения работ с учетом их технологической последовательности работ.

Рассчитать временные характеристики сетевого графика при нормальном режиме выполнения работ.

Найти все критические пути и их продолжительность, определить стоимость всего комплекса работ.

**Вопрос 2.** Использование вероятностных оценок времени выполнения работ

### Задание 1.

Компания имеет восемь крупных оптовых складов. Отдел сбыта принял решение снизить цену одного изделия с целью ликвидации образовавшегося запаса этих изделий. Руководство намерено разместить запасы на складах в соответствии с прогнозами сбыта и перераспределить некоторую часть запасов. Цифры у складов – это избыток или недостаток товара. Склады 2, 4, 5, 6, 7 являются промежуточными. Все другие склады представляют собой источники, если имеет место избыток товаров и стоки или, если требуется дополнительный запас.  $C_{ij}$  – обозначает затраты на перевозку одного изделия со склада  $i$  на склад  $j$ .

Для заданного сетевого графика рассчитать все параметры событий и работ, определить длину критического пути.

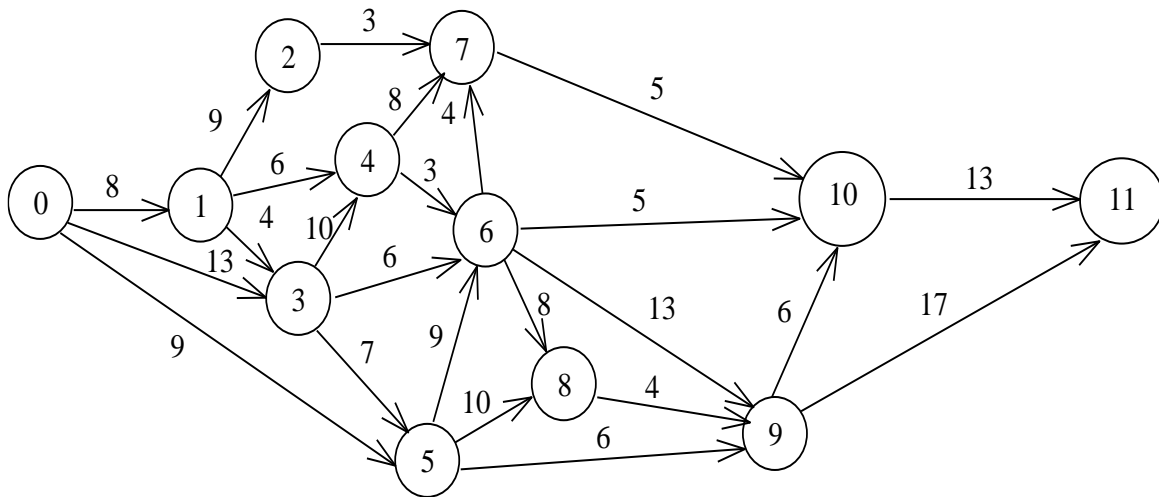


Рисунок 2.1 - Сетевой график

Определить вероятность того, что проект будет выполнен в срок  $T = 63$  суткам, если  $\sigma_{кр} = 4,1$ . Оценить максимально возможный срок  $T$  выполнения проекта с надежностью  $\beta=0,95$ .

**Вопрос 3.** Пример использования метода оценки и пересмотра проектов

**Задание 1.**

Менеджер проекта оценивает наиболее вероятное время завершения проекта  $T_0 = 15$  дней, при условии возникновения стандартных задержек и сдвигов сроков, оцененных на основании предыдущего опыта. Оптимистичная оценка составляет  $t_{\min} = 10$  дней при условии, что задача будет выполняться без каких-либо задержек и ни один из рисков не реализуется. Пессимистичный прогноз выполнения задачи составляет  $t_{\max} = 32$  дня, если произойдут все возможные задержки и реализуются риски. Оценить длительности задачи по методу PERT.

Вычислить дисперсию оценки метода PERT по формуле:

$$\hat{\sigma}^2(t) = \frac{(t_{\min}-t)^2 + 4 (T_0-t)^2 + (t_{\max}-t)^2}{6}.$$

Рассчитать стандартное отклонение оценки метода PERT по формуле:

$$\hat{\sigma}(t) = \sqrt{\frac{(t_{\min}-t)^2 + 4 (T_0-t)^2 + (t_{\max}-t)^2}{6}}.$$



Для более быстрого вычисления стандартного отклонения  $\hat{\sigma}(t)$  можно применить более простую, но менее точную формулу:  $\hat{\sigma}(t) = \frac{t-t_{\min}}{6}$

### Методические материалы по теме 5

При изучении темы 5 студентам рекомендуется использовать учебно-методическое пособие для бакалавриата по направлению подготовки 38.03.02 Менеджмент, ФОС, которые имеются в ЭИОС, видеолекции и презентации.

*Рекомендуемые источники по теме 5: [3, 5, 7].*

### Тема 7. Оптимизация сетевых графиков

**Форма проведения занятия** – практическое занятие

**Вопросы для изучения**

**Вопрос 1.** Стоимость проекта и оптимизация модели сетевого графика

**Задание 1.**

В таблице представлены следующие данные:

Таблица 2.31 – Данные характеристики событий

Работа	Опирается на работы	$t_{\text{пес}}$	$t_{\text{опт}}$	Стоимость сокращения работы на один день, $S_k$
b1	-	8	3	6
b2	-	10	4	8
b3	-	6	1	4
b4	b1	9	1	6
b5	b1	5	1	3
b6	b3	2	1	2
b7	b2, b5, b6	4	1	3
b8	b2, b5, b6	13	4	9
b9	b4, b7	8	1	5
b10	b3	17	6	8
b11	b2, b5, b6, b10	10	2	7

Стоимость одного дня проекта равна 10 денежным единицам:  $S = 10$ . Считая  $t_{\text{пес}}$  продолжительностью работы с минимальной допустимой интенсивностью ( $t_{\text{пес}} = t_{\text{max}}$ ), а  $t_{\text{опт}}$  – продолжительностью работы с максимальной возможной интенсивностью ( $t_{\text{опт}} = t_{\text{min}}$ ), найти оптимальный по стоимости

вариант выполнения проекта. Минимизировать стоимость проекта при минимально возможном сроке его исполнения.

Для сравнения найти стоимость проекта при выполнении всех работ с максимальной интенсивностью с помощью данных, указанных в таблице 2.32.

Таблица 2.32 – Данные характеристики событий

Работа	$t_{\max}$	$t_{\min}$	$t^c_k$	$S_k$	
b1	8	3	6	6	30
b2	10	4	5	8	48
b3	6	1	5	4	20
b4	9	1	8	2	48
b5	5	1	4	3	12
b6	2	1	1	2	2
b7	4	1	3	3	9
b8	13	4	9	9	81
b9	8	1	7	5	35
b10	17	6	11	10	110
b11	10	2	8	7	56

Сделать выводы.

## Задание 2.

Отметьте в соответствующих графах, правильную формулировку принципа экономичности при организации проектной деятельности.

Таблица 2.33 – Содержание принципа экономичности при организации проектной деятельности

Принцип экономичности проектной деятельности	Верно	Неверно
1. Минимальные затраты для заданного результата		
2. Максимально возможный результат с минимальными затратами		
3. Максимальный результат при заданных затратах		

## Вопрос 2. Коэффициент напряженности работ

### Задание 1.

Построить сетевой график, рассчитать наиболее ранние и наиболее поздние сроки наступления событий, найти критический путь, определить полные и независимые резервы времени всех работ и коэффициенты напряженности не критических дуг с помощью данных, представленных в таблице 2.34.

Таблица 2.34 – Данные для построения сетевого графика

Работа	Продолжительность работы	Опирается на работы
b1	5	–
b2	8	–
b3	3	–
b4	6	b1
b5	4	b1
b6	1	b3
b7	2	b2, b5, b6
b8	6	b2, b5, b6
b9	3	b4, b7
b10	9	b3
b11	7	b2, b5, b6, b10

Найти критическое время и минимальный срок выполнения проекта.

Найти наиболее поздние сроки наступления событий.

Рассчитать коэффициент напряженности работ.

### Задание 2.

Укажите, какие из приведённых в таблице факторов чаще других снижают эффективность коллективной работы над проектом?

Таблица 2.35 - Факторы снижения эффективности совместной работы

Факторы снижения эффективности совместной работы	Да/нет
Отсутствие взаимопонимания между сотрудниками	
Несправедливое распределение рабочей нагрузки	
Нечёткая постановка целей	
Недостаточный уровень заинтересованности в конечных результатах	
Низкий уровень доверия к лидеру	
Низкий уровень обеспеченности средствами оргтехники	
Плохой психологический климат	
Плохие взаимоотношения между членами группы	
Низкая включенность членов группы в совместную работу	
Использование неэффективных методов групповой работы	
Низкая ориентация членов группы на достижение	
Отсутствие у членов группы настроения на развитие	
Самоуспокоенность, удовлетворенность прошлыми достижениями	

Чем больше факторов снижения эффективности совместной работы вы отметили, тем ниже уровень групповой совместной работы над проектом. Отметьте те факторы, на которые прямо или косвенно может повлиять лидер управленческой команды.

### Вопрос 3. Оценка эффективности инвестиционного проекта

### Задание 1.

Считая  $t_{\text{пес}}$  продолжительностью работы с минимальной допустимой интенсивностью ( $t_{\text{пес}} = t_{\text{max}}$ ), а  $t_{\text{опт}}$  – продолжительностью работы с максимальной возможной интенсивностью ( $t_{\text{опт}} = t_{\text{min}}$ ), найти оптимальный по стоимости вариант выполнения проекта.

Данные для анализа приведены в таблице 2.36.

Таблица 2.36 – Данные для анализа характеристики событий

Работа	Опирается на работы	$t_{\text{пес}}$	$t_{\text{вер}}$	$t_{\text{опт}}$	Стоимость сокращения работы на один день, $S_k$
b1	-	10	3	3	6
b2	-	7	6	4	8
b3	b1	5	4	2	4
b4	b2	2	2	1	6
b5	b1	6	4	2	7
b6	b3, b4	6	3	1	4
b7	b2	9	6	3	5
b8	b3, b5, b4	3	2	1	9
b9	b6, b8	4	2	1	35
b10	b3, b4, b5	11	2	3	10
b11	b6, b8	9	5	2	7
b12	b7, b9	8	6	4	8

Директивный (заданный) срок выполнения проекта 22 дня. Заданная надежность  $\gamma = 0,90$ . Стоимость одного дня проекта равна 12 денежным единицам:  $S = 12$ .

Минимизировать стоимость проекта при минимально возможном сроке его исполнения.

### Методические материалы по теме 7

При изучении темы 7 рекомендуется использовать учебно-методическое пособие для бакалавриата по направлению подготовки 38.03.02 Менеджмент, ФОС, которые имеются в ЭИОС, видеолекции и презентации.

*Рекомендуемые источники по теме 7: [7, 8, 10, 11].*

### **3 Методические указания по выполнению контрольной работы**

Контрольная работа выполняется после изучения всего материала дисциплины. Работа состоит из подготовки ответов на два вопроса, решения трёх задач и охватывает все разделы дисциплины.

При оформлении контрольной работы не допускаются произвольные сокращения слов. По ГОСТу и согласно методическим указаниям по оформлению левое поле должно быть 30, правое 15, нижнее и верхнее по 20 мм [5]. Ответы на вопросы должны быть полными, со ссылками на использованную литературу и нормативные акты. Для ссылок используются квадратные скобки. В конце работы приводится полный список всех использованных источников. При решении и оформлении работы рекомендуется использовать, помимо источников, приведенных в данных методических указаниях, любую другую научную и методическую литературу [6].

Объем контрольной работы – 15-18 страниц.

При подготовке ответов на вопросы и для выполнения заданий, рекомендуется использовать, прежде всего, литературу, указанную в соответствующей теме дисциплины.

#### **Вопросы для контрольной работы**

- 1) В чем особенность экономики как объекта моделирования?
- 2) Какова классификация экономико-математических моделей?
- 3) Какие принципы лежат в основе моделирования?
- 4) Каково назначение, предпосылки и результаты использования экономико-математических моделей в управлении хозяйственными процессами?
- 5) В чём состоит сущность и различие экономико-математического, статистического и имитационного моделирования?
- 6) Для решения какого класса задач применяется симплекс-метод?
- 7) Какова необходимость применения экономико-математического моделирования в управлении проектами?
- 8) Какая модель называется сетевой моделью?

- 9) Что называют экономико-математической моделью транспортной задачи?
- 10) Какие виды проектов вам известны?
- 11) Что означает критический путь сетевой модели?
- 12) Риски, их классификация и управление в проектном менеджменте.
- 13) Информационное обеспечение управления проектами: состав, структура, характеристики.
- 14) Перечислите временные параметры сетей
- 15) Перечислите правила построения сетевых графиков
- 16) Как рассчитывается и что означает коэффициент напряженности работ?
- 17) Укрупненный и детализованный вид проекта в сетевых графиках
- 18) Как формулируется общая задача линейного программирования?
- 19) В чем особенность управления проектами с неопределенным временем выполнения работ?
- 20) В чем особенность управления проектами с фиксированным временем выполнения работ?
- 21) Каковы критерии оптимальности для решения задачи линейного программирования?
- 22) Где и как широко применяются сетевые модели?
- 23) Для каких задач используется в Excel "Поиск решения"?
- 24) Какие статистические методы применяются в управлении проектами?
- 25) Перечислите наиболее известные способы экономико-математического моделирования при анализе проектов?

## Задания к контрольной работе

### Вариант 1.

1) Принципы принятия и реализации управленческих решений в проектном менеджменте.

2) Применение рядов динамики в управлении проектами.

3) Построить сетевой график для максимальной ( $t_{\text{пес}}$ ) продолжительности всех его работ, рассчитать наиболее ранние и наиболее поздние сроки наступления событий, найти критический путь, определить полные и независимые резервы времени всех работ и коэффициенты напряженности некритических дуг.

4) Рассчитать время выполнения задачи по проекту, если минимально возможная длительность выполнения задачи, когда всё идет по плану, составляет 30 дней. Среднее значение времени для подобных задач, с учётом возникновения рисков, которые не оказывают значительного воздействия на продолжительность проекта - 36 дней, а пессимистическое время, при возникновении рисков и вероятности значительного переноса сроков, составляет 40 дней.

5) Имеются три пункта поставки однородного груза А1, А2, А3 и пять пунктов В1, В2, В3, В4, В5 потребления этого груза. На пунктах А1, А2, А3 находится груз в количествах 90, 70, 110 тонн. В пункты В1, В2, В3, В4, В5 требуется доставить соответственно 50, 60, 50, 40, 70 тонн груза. Расстояния в сотнях километрах между пунктами поставки и потребления приведены в матрице-таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Данные задачи

Пункты поставки	Пункты потребления				
	В1	В2	В3	В4	В5
А1	9	1	1	5	6
А2	6	4	6	8	5
А3	2	9	3	5	3

К какому классу задач относится эта задача? Какие методы её решения вам известны?

## **Вариант 2.**

1) Основные типы экономико-математических моделей

2) Виды рисков проектной деятельности

3) Считая продолжительностью работы с минимальной допустимой интенсивностью  $t_{\text{пес}} = t_{\text{max}} = 150$  дней, а продолжительностью работы с максимальной возможной интенсивностью  $t_{\text{опт}} = t_{\text{min}} = 120$  дней, найти оптимальный по стоимости вариант выполнения проекта. Минимизировать стоимость проекта при минимально возможном сроке его исполнения.

4) Рассчитать время выполнения задачи по проекту, если минимально возможная длительность выполнения задачи, когда всё идет по плану, составляет 90 дней. Среднее значение времени для подобных задач, с учётом возникновения рисков, которые не оказывают значительного воздействия на продолжительность проекта - 100 дней, а пессимистическое время, при возникновении рисков и вероятности значительного переноса сроков, составляет 120 дней.

## **Вариант 3**

1) Формализация процесса разработки проектных решений

2) Свойства двойственных задач линейного программирования

3) Построить сетевой график для максимальной продолжительности всех его работ, рассчитать наиболее ранние и наиболее поздние сроки наступления событий, найти критический путь, определить полные и независимые резервы времени всех работ и коэффициенты напряженности некритических дуг.

4) Общее качество проектного управленческого решения 0,56. Управленческое решение получено в результате выполнения двух последовательных операций. Значение одного из качеств 0,8. Каково значение второго качества?

5) Рассчитать время выполнения задачи проекта, по умеренно пессимистичному сценарию, если минимально возможная длительность выполнения задачи, когда всё идет по плану, составляет 30 дней. Среднее значение необходимого времени - 36 дней, а пессимистическое время, при



возникновении рисков и вероятности значительного переноса сроков, составляет 40 дней.

#### **Вариант 4**

1) Виды ответственности руководителя проекта за принятое решение

2) Виды рисков проектной деятельности

3) Предприятие изготавливает масляные фильтры для автомобилей и реализует их по 100 руб. за штуку. Переменные издержки на единицу продукции 36 руб. Годовой объем продаж 2 500 единиц. Постоянные издержки 975 000 руб. Порог рентабельности перейден. Руководству поступило предложение выполнить заказ на 20 000 единиц по цене не выше 52,5 руб. Выполнение этого заказа не вызовет роста постоянных издержек. Какое решение примут руководители?

4) Фирма рассматривает инновационный проект со следующими данными. Затраты на проект единовременные и составляют  $I = 150$  тыс. руб. Цена капитала  $r$  в первый год 8 %, второй и третий годы около 10 %, в четвёртый год – 12 %. Ожидается получить от инновации доходы (по годам) в размерах:  $P_1 = 30$  тыс. руб.,  $P_2 = 70$  тыс. руб.,  $P_3 = 70$  тыс. руб.,  $P_4 = 45$  тыс. руб.

Примет ли фирма в этих условиях проекта к реализации?

5) Рассчитать время выполнения задачи проекту, по оптимистичному сценарию, если минимально возможная длительность выполнения задачи, когда всё идет по плану, составляет 30 дней. Среднее значение времени для подобных задач, с учётом возникновения рисков, которые не оказывают значительного воздействия на продолжительность проекта - 36 дней, а пессимистическое время составляет 40 дней.

#### **Вариант 5**

1) Виды неопределённости проектной деятельности

2) Укрупненный и детализованный вид проекта в сетевых графиках

3) Известная фирма по производству и продаже кормов для животных, занимавшая около 20 % отечественного рынка, стала терять популярность.

Конкуренты начали теснить ее за счет более низких цен и более высокого качества. Предложите проект по стимулированию сбыта продукции.

4) Фирма рассматривает инновационный проект со следующими возможными данными. Затраты на проект единовременные и составляют  $I = 150$  тыс. руб. Цена капитала  $r$  в первый год составляет 8%. Во второй и третий годы ожидается около 10%. Ожидается получить от инновации доходы (по годам) в размерах:  $P_1 = 30$  тыс. руб.,  $P_2 = 70$  тыс. руб.,  $P_3 = 45$  тыс. руб. Примет ли фирма в этих условиях решение о принятии проекта к реализации?

5) Рассчитать коэффициент напряженности работы проекта, если продолжительность максимального пути, проходящего через эту работу 98 дней, продолжительность критического пути 122 дня, а продолжительность отрезка рассматриваемого пути, совпадающего с критическим путем 64 дня.

### **Вариант 6**

1) Сущность и назначение экономико-математических моделей

2) Требования к управленческой информации

3) Фирма рассматривает инновационный проект со следующими данными. Затраты единовременные и составляют  $= 200$  тыс. руб., цена капитала в 1-й год 7%, 2-й и 3-й годы 9%, в 4-й год 11%, ожидается получить от инновации доходы (по годам) в размерах:  $P_1 = 40$  тыс. руб.,  $P_2 = 70$  тыс. руб.,  $P_3 = 90$  тыс. руб.,  $P_4 = 50$  тыс. рублей. Каков индекс рентабельности проекта?

4) Рассчитать коэффициент напряженности работы проекта, если продолжительность максимального пути, проходящего через эту работу 98 дней, продолжительность критического пути 122 дня, а продолжительность отрезка рассматриваемого пути, совпадающего с критическим путем 64 дня.

5) Считая продолжительностью работы с минимально допустимой интенсивностью  $t_{\text{пес}} = t_{\text{max}} = 80$  дней, а продолжительностью работы с максимально возможной интенсивностью  $t_{\text{опт}} = t_{\text{min}} = 60$  дней, найти оптимальный по стоимости вариант выполнения проекта. Минимизировать стоимость проекта при минимально возможном сроке его исполнения.

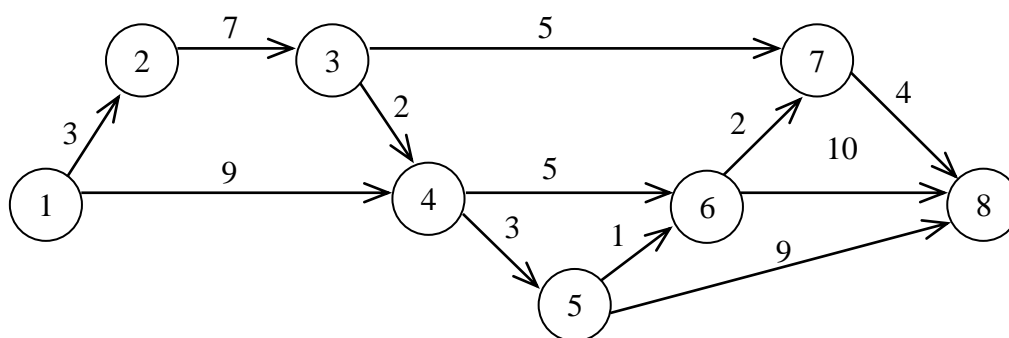
### **Вариант 7**

1) Понятие коэффициента напряженности работ

2) Основные этапы построения моделей в проектном менеджменте

3) Инвестиционный проект с вероятностью  $P_1 = 0,3$  обеспечивает прибыль  $X_1 = 30$  млн. руб., но с вероятностью  $Q_1 = 0,2$  можно потерять  $Y_1 = 11$  млн. руб. Другой проект с вероятностью  $P_2 = 0,8$  можно получить прибыль  $X_2 = 10$  млн. руб. и с вероятностью  $Q_2 = 0,2$  потерять  $Y_2 = 6$  млн. руб. Какой проект более выгоден для инвестирования?

4) Для сетевого графика найти ранний и поздний сроки свершения и резерв времени.



5) Существуют три базы  $A_1, A_2, A_3$  и три торговые точки  $B_1, B_2, B_3$ . Расстояния от баз до торговых точек заданы матрицей:

Нужно так прикрепить базы к торговым точкам, чтобы суммарное расстояние было минимальным.

### Вариант 8

1) Этапы процесса моделирования

2) Назначение теории графов

3) Если с вероятностью  $0,7$  при благоприятном ходе событий вложенные деньги могут принести прибыль в размере  $2$  млн. руб., а при неблагоприятном - с вероятностью  $0,3$  в размере  $0,6$  млн. руб., то каков наиболее ожидаемый результат этого инвестиционного проектного решения?

4) Выбрать оптимальный объем производства фирмы, функция прибыли которой может быть смоделирована зависимостью:  $\pi(q) = R(q) - C(q) = 0,5q^2 - 4q + 5,0$ . Является ли решение руководства фирмы

запрограммированным? Каким же будет оптимальный объем выпуска для фирмы?

### Вариант 9

1) Понятие иерархического графа и его разновидности.

2) Особенность экономики как объекта моделирования

3) Какой проект для инвестирования из трех представленных выберет фирма, если для реализации каждого проекта требуются одинаковые объемы инвестиций, а планируемый доход известен в виде распределения вероятностей?

Таблица 3.2 – Данные о проектах инвестирования

Проект 1		Проект 2		Проект 3	
Доход (руб.)	Вероятность	Доход (руб.)	Вероятность	Доход (руб.)	Вероятность
3000	0,44	2000	0,48	2500	0,44
6000	0,33	4000	0,35	3500	0,38
7000	0,23	5000	0,17	5000	0,18

4) Рассчитать время выполнения задачи по умеренно пессимистичному сценарию, если минимально возможная длительность выполнения задачи 25 дней, реалистичная оценка имеет длительность 18 дней, пессимистическая оценка составляет 30 дней.

5) Оценка общего качества проектного решения, полученного в результате выполнения двух операций равна 0,63. Причем, первая операция имеет показатель качества равный 0,7. Рассчитать, какова оценку качества второй операции?

### Вариант 10

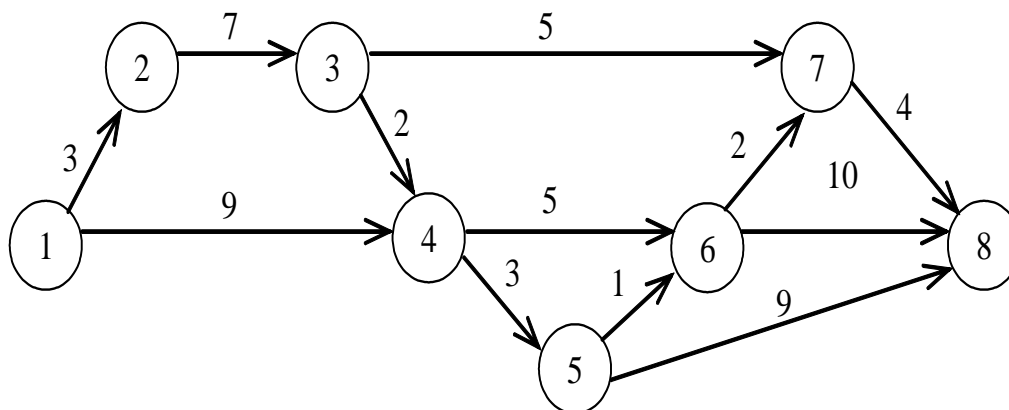
1) Понятие сетевых моделей

2) Основные типы статистических методов, используемых в управлении проектами

3) Известно, что первый инвестиционный проект с вероятностью  $P_1 = 0,6$  обеспечивает компании прибыль  $X_1 = 15$  млн. руб., однако с вероятностью  $Q_1 = 0,4$  можно потерять  $Y_1 = 5,5$  млн. руб.

Для второго проекта с вероятностью  $P_2 = 0,8$  можно получить прибыль  $X_2 = 10$  млн. руб. и с вероятностью  $Q_2 = 0,2$  потерять  $Y_2 = 6$  млн. руб. Какой проект выбрать?

4) Для заданного сетевого графика найти ранний срок начала работы, поздний срок начала работы, ранний срок окончания работы и полный резерв времени.



5) Фирма рассматривает инновационный проект со следующими возможными данными. Затраты на проект единовременные и составляют  $I = 150$  тыс. рублей. Цена капитала  $r$  в первый год составляет 8%. Во второй и третий годы ожидается около 12%. Ожидается получить от инновации доходы (по годам) в размерах:  $P_1 = 30$  тыс. руб.,  $P_2 = 70$  тыс. руб.,  $P_3 = 70$  тыс. руб. Примет ли фирма в этих условиях решение о принятии проекта к реализации?

### Вариант 11

1) Информационное обеспечение процесса моделирования

2) Понятие сетевых моделей.

3) Фирма может влиять доп. финансированием на скорость строительства торгового павильона. Очередность выполнения работ, их нормальная и ускоренная продолжительность, а также стоимость всех работ при нормальном и ускоренном режиме их выполнения приведены в следующей таблице.

Таблица 3.3 - Условие задачи

Работы	A	B	C	D	E	F	G	H	K	L
Опирается на работу	C,G	E, F		A,H	A,H	C,G	L		L	
Нормальный срок (дни)	10	12	29	19	10	20	10	18	37	10
Ускоренный срок (дни)	9	10	27	16	9	17	9	16	33	9
Нормальная стоимость (тыс. руб.)	26	32	40	43	26	45	26	41	68	26
Плата за ускорение (тыс. руб.)	2	6	8	12	2	6	3	6	12	4

Построить сетевой график выполнения этих работ и рассчитать временные характеристики сетевого графика при нормальном режиме выполнения работ.

4) Имеются следующие данные о распределении продовольственных магазинов региона по размеру товарооборота за месяц (таблица 3.4).

Таблица 3.4 - Распределение продовольственных магазинов региона по размеру товарооборота за месяц, млн. руб.

Группы магазинов по товарообороту, млн. руб.	по 40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
Число магазинов	2	4	7	10	15	20	15	10	5	1

Требуется вычислить средний месячный размер товарооборота магазинов региона.

5) Оценка общего качества проектного решения равна 0,72. Решение получено в результате выполнения двух операций. Первая операция имеет показатель качества равный 0,8.

Какова оценка качества второй операции?

### Вариант 12

- 1) Область применения методов сетевого моделирования
- 2) Класс задач использования эвристических методов
- 3) Владелец небольшого магазина в начале каждого дня закупает для реализации некий скоропортящийся продукт по цене 50 руб. за единицу и реализует этот продукт по 60 руб. Из наблюдений известно, что спрос на этот

продукт за день может быть равен 1, 2, 3 или 4 единицы. Если продукт за день не продан, то вечером его можно продать за 30 руб. Сколько единиц этого продукта надо закупать, чтобы минимизировать возможные потери?

4) Выбрать оптимальный объем производства фирмы, функция прибыли которой может быть смоделирована зависимостью:  $\pi(q) = R(q) - C(q) = 1,5q^2 - 12q + 15$ . Является ли решение руководства фирмы запрограммированным? Каким же будет оптимальный объем выпуска для фирмы?

5) Мукомольный комбинат реализует муку двумя способами: в розницу через магазин и оптом через торговых агентов. При продаже  $x_1$  кг через магазин расходы составляют  $x_1^2$  усл. ед., а при продаже  $x_2$  кг через торговых агентов –  $x_2^2$  усл. ед. Найти оптимальный способ реализации муки, если в сутки выделяется для продажи 5000 кг муки.

### Вариант 13

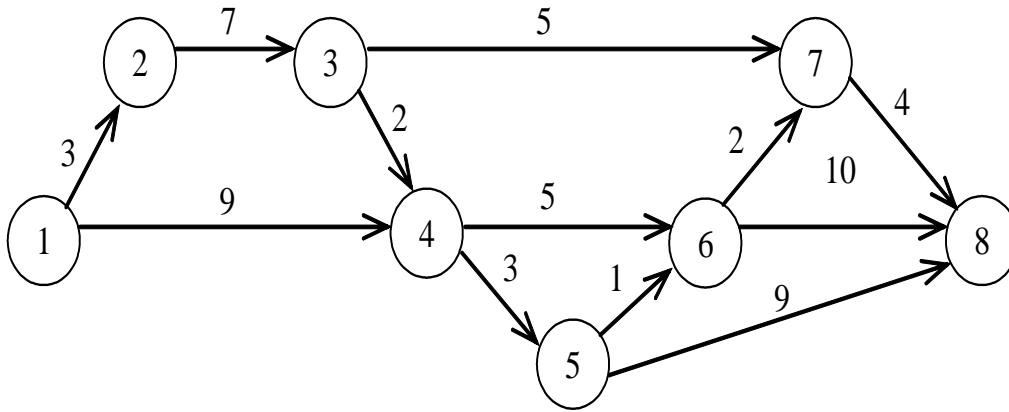
1) Сущность формализации и моделирования логических процедур

2) Понятие сетевых моделей. Ключевые понятия: "работа" и "путь"

3) Выбрать оптимальный объем производства фирмы, функция прибыли которой может быть смоделирована зависимостью:  $\pi(q) = R(q) - C(q) = 0,5q^2 - 4q + 5,0$ . Является ли решение руководства фирмы запрограммированным? Каким же будет оптимальный объем выпуска для фирмы?

4) Для заданного сетевого графика найти коэффициент напряженности работы (4,5) и работы (3,7), а также выяснить какова вероятность того, что проект будет выполнен в срок, равный 27 суткам, то есть ( $t_{крит} \leq 27$ ); если дано, что .

$$\sigma_{крит} = 3,2$$



5) Рассматривается проект о строительстве поликлиники. Существуют три возможных района строительства: А, В, С. Данные отражены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Исходные данные для решения задачи

Фактор	Вес	А	В	С
Доступность для пациентов	0,45	5	7	9
Арендная	0,35	5	3	4
Удобство для персонала	0,2	4	8	6

Дать рекомендации о месте строительства, используя метод взвешивания.

### Вариант 14

1) Характеристика аналитических параметров сетевых графиков и их расчет

2) Источники и виды неопределенности при управлении проектами

3) Какова оценка общего качества управленческого решения, полученного в результате выполнения трех последовательных операций со следующими значениями качеств: 0,9; 0,8; 0,9?

4) Рассматривается проект о строительстве поликлиники. Существуют три возможных района строительства: А, В, С. Данные отражены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Исходные данные для решения задачи

Фактор	Вес	А	В	С
Доступность для пациентов	0,40	6	6	8
Арендная	0,35	5	4	4
Удобство для персонала	0,25	4	6	6

Дать рекомендации о месте строительства поликлиники.



5) Для производства трёх изделий А, В и С используются три вида ресурсов в объёме, не превышающем 180, 210 и 230 кг. Нормы затрат каждого из видов ресурсов на одно изделие и цена единицы изделий приведены в таблице.

Таблица 3.7 – Показатели деятельности предприятия

Вид ресурса	Нормы затрат ресурсов на 1 изделие, кг		
	А	В	С
1	4	2	1
2	3	1	3
3	1	2	5
Цена изделия, у.е.	5	7	6

Составить модель производства фирмы.

### Вариант 15

- 1) Понятие некритических работ
- 2) Классификация моделей по различным признакам.
- 3) Для заданного сетевого графика найти коэффициент напряженности работы (4,5) и работы (3,7). Дано, что  $\sigma_{крит} = 3,2$ .

4) Кондитерской фабрике в конце месяца дано задание выпустить свою продукцию в виде конфет разных сортов. Состав каждого набора задан, количество конфет ограничено (см. таблицу 3.8).

Таблица 3.8 – Данные для расчетов

Конфеты	На складе	Полёт	Сердце	Приволье
Мармелад	250	3	4	2
Трюфели	200	2	1	1
Молочные	275	6	5	4
Сливочные	175	1	3	1
Цена	-	250	450	300

Определите, сколько и какого типа наборов нужно выпустить, чтобы получить максимальную прибыль

5) Фирма рассматривает инновационный проект, затраты на который единовременные и составляют  $I = 150$  тыс. руб. Цена капитала  $r$  в 1-й год составляет 9 %. Во 2-й и 3-й годы ожидается около 10 %, в 4-й год – 10 %. Ожидается получить от инновации доходы (по годам) в размерах:  $P_1 = 50$  тыс.

руб.,  $P_2 = 55$  тыс. руб.,  $P_3 = 60$  тыс. руб.,  $P_4 = 50$  тыс. руб. Примет ли фирма в этих условиях проект к реализации?

### **Вариант 16**

1) Работы, составляющие критический путь.

2) Нравственная ответственность руководителя проекта

3) Прибыль некоторого производственного предприятия смоделирована зависимостью  $\Pi(q) = q^2 - 8q + 10$ , где  $q$  – величина, характеризующая объем производства (в млн. руб.). Найти оптимальный объем выпуска продукции, производимой фирмой, максимизирующий прибыль.

4) Фирма рассматривает инновационный проект со следующими возможными данными. Затраты на проект единовременные и составляют  $I = 150$  тыс. руб.. Цена капитала  $r$  в первый год составляла 9%. Во второй и третий годы ожидается около 10%, в четвёртый год – 10%. Ожидается получить от инновации доходы (по годам) в размерах:  $P_1 = 40$  тыс. руб.,  $P_2 = 70$  тыс. руб.,  $P_3 = 70$  тыс. руб.,  $P_4 = 40$  тыс. руб. Примет ли фирма в этих условиях решение о принятии проекта к реализации?

5) Пусть имеются два инвестиционных проекта. Первый с вероятностью 0,8 обеспечивает прибыль 15 млн. руб., однако с вероятностью 0,2 можно потерять 5,5 млн. руб. Для второго проекта с вероятностью 0,7 можно получить прибыль 10 млн. руб. и с вероятностью 0,3 потерять 6 млн. руб.

Какой проект выбрать?

### **Вариант 17**

1) Взаимодействие участников проекта при выборе решения

2) Использование статистических методов в процессе моделирования

3) Оценка общего качества управленческого решения равна 0,28. Решение получено в результате выполнения двух операций. Первая операция имеет показатель качества равный 0,7. Какова оценка качества второй операции?

4) Исследуется выработка бригады рабочих, состоящей из 10 человек. Данные обследования показали, что объёмы выработки равны (ед.): 108, 98, 109, 100, 109, 120, 109, 109, 99. Проанализировать данные с помощью вариационного

ряда, найти средний объёмы выработки, отклонение от среднего возраста. Построить полигон распределения рабочих по объёмам выработки.

5) Рассматривается проект о строительстве поликлиники в трех возможных районах: А, В, С. Исходные данные приведены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Исходные данные для решения задачи

Фактор	Вес	А	В	С
Доступность для пациентов	0,5	10	8	7
Арендная	0,3	5	4	6
Удобство для персонала	0,2	3	6	5

Дать рекомендации о месте строительства, используя метод взвешивания.

### Вариант 18

1) Взаимодействие участников проекта при выборе управленческого решения

2) Методы поиска идей: метод мозгового штурма, метод ликвидации тупиковых ситуаций, морфологический анализ

3) Определить оптимистичную длительности решения задачи и вычислить дисперсию оценки метода PERT, если реалистичная оценка её решения  $T_0 = 2$  дней, оптимистичная оценка составляет  $t_{\min} = 7$  дней при условии, что задача будет выполняться без каких-либо задержек и ни один из рисков не реализуется. Пессимистичный прогноз выполнения задачи составляет  $t_{\max} = 29$  дней.

4) Какой проект для инвестирования из трех представленных выберет фирма, если для их реализации требуются одинаковые объемы инвестиций, а планируемый доход известен в виде распределения вероятностей?

Таблица 3.10 – Данные вероятностей и доходов по проектам, тыс. руб.

Проект 1		Проект 2		Проект 3	
доход	вероятность	доход	вероятность	доход	вероятность
3100	0,42	2000	0,45	2500	0,40
5900	0,35	4000	0,40	3500	0,38
7000	0,23	5000	0,17	5000	0,22

5) Предприятие реализует электроплиты по цене 2500 руб. за единицу и производит их в количестве 400 единиц в месяц. Переменные издержки - 200 руб. на изделие, а постоянные составляют 35 000 в месяц. Начальник отдела маркетинга предлагает снизить цену одной электроплиты на 20 руб. и

одновременно довести расходы на рекламу до 15 000 руб. в месяц. В этом случае он прогнозирует увеличение объема продаж на 50 %. Можно ли одобрить такой проект?

### **Вариант 19**

1) Открытая модель транспортной задачи

2) Задачи межотраслевого баланса

3) Оценка общего качества управленческого решения равна 0,28. Решение получено в результате выполнения первой операции с показателем качества равным 0,7. Какова оценка качества второй операции?

4) Оценка общего качества управленческого решения равна 0,32. Решение получено в результате выполнения двух операций. Первая операция имеет показатель качества равный 0,4.

Какова оценка качества второй операции?

5) Определить длительность решения задачи по методу PERT, если реалистичная оценка её решения 4 дня, пессимистическая оценка – 6 дней, а оптимистичная оценка – 3 дня.

### **Вариант 20**

1) Определение критического пути

2) Целевая ориентация проектной деятельности

3) Оценка общего качества управленческого решения равна 0,28. Решение получено в результате выполнения первой операции с показателем качества равным 0,7. Какова оценка качества второй операции?

4) Фирма рассматривает инновационный проект со следующими возможными данными. Затраты на проект единовременные и составляют  $I = 150$  тыс. руб.. Цена капитала  $r$  в первый год составляет 7 %. Во второй и третий годы ожидается около 10 %, в четвёртый год – 12 %. Ожидается получить от инновации доходы (по годам) в размерах:  $P_1 = 50$  тыс. руб.,  $P_2 = 60$  тыс. руб.,  $P_3 = 70$  тыс. руб.,  $P_4 = 50$  тыс. руб. Рассчитать индекс рентабельности проекта.

5) Определить длительность реалистичной оценки решения задачи по методу PERT, если время решения задачи проекта по нормальному сценарию 14 дней, пессимистическая оценка – 29 дней, а оптимистичная оценка – 7 дней.

### **Вариант 21**

1) Открытая модель транспортной задачи называется ...

2) Виды спекулятивных рисков

3) Фирма рассматривает инновационный проект со следующими данными.

Единовременные затраты на проект (инвестиции) составляют 150 тыс. руб. По прогнозам капитал в первый год может обесцениться на 12 %. Во второй и третий год на 10 %, а в четвёртый год на 8 %. Ожидается получить от внедрения инновации следующие доходы по годам: в первый год 45 тыс. руб., во второй - 70 тыс. руб., в третий 90 тыс. руб. и в четвёртый 50 тыс. руб.

Примет ли фирма такой проект к реализации?

4) Оценка общего качества управленческого решения равна 0,48. Решение получено в результате выполнения двух операций. Первая операция имеет показатель качества равный 0,6. Какова оценка качества второй операции?

5) Если с вероятностью 0,75 при благоприятном ходе событий вложенные деньги могут принести прибыль в размере 2 млн. руб., а при неблагоприятном - с вероятностью 0,25 в размере 0,6 млн. руб., то каков наиболее ожидаемый результат принятого решения?

### **Вариант 22**

1) Расчет продолжительности критического пути

2) Виды чистых рисков

3) Подвижность внешней среды определяется скоростью искусственного или естественного изменения или обновления значений параметров ее элементов:  $\Pi = \frac{K}{T}$ , где K - количество измененных или обновленных значений параметров; T - календарное время изменений или обновлений за месяц.

Найти количество измененных или обновленных значений параметров ее элементов за декаду, если подвижность среды равна 0,9.

4) Оценка общего качества управленческого решения равна 0,56. Решение получено в результате выполнения двух операций. Первая операция имеет показатель качества равный 0,7.

Какова оценка качества второй операции?

5) Если с вероятностью 0,85 при благоприятном ходе событий вложенные деньги могут принести прибыль в размере 4 млн. руб., а при неблагоприятном - с вероятностью 0,15 в размере 0,8 млн. руб., то каков наиболее ожидаемый результат принятого решения?

### **Вариант 23**

1) Цели и сущность имитационного моделирования

2) Решение задач линейного программирования в Excel

3) Предприятие производит электроплиты, реализуя 400 плит в месяц по цене 250 руб. (без НДС). Переменные издержки 150 руб./шт., постоянные издержки составляют 35 000 руб. в месяц. Начальник отдела маркетинга предлагает снизить отпускную оптовую цену, чтобы стимулировать сбыт и довести дополнительный ежемесячный объем оптовых продаж до 150 плит. Порог рентабельности не перейден. Какую следует назначить оптовую цену на дополнительную продукцию, чтобы прибыль возросла на 3000 руб.?

4) Если с вероятностью 0,75 при благоприятном ходе событий вложенные деньги могут принести прибыль в размере 4 млн. руб., а при неблагоприятном - с вероятностью 0,25 в размере 1,2 млн. руб., то каков наиболее ожидаемый результат принятого решения?

5) Оценка общего качества проектного решения равна 0,36. Решение получено в результате выполнения двух операций. Первая операция имеет показатель качества равный 0,9. Какова оценка качества второй операции?

### **Вариант 24**

1) Роль информационной поддержки в проектном менеджменте

2) Коллективные методы принятия управленческих решений

3) Определить длительность пессимистичной оценки решения задачи по методу PERT, если время решения задачи проекта по нормальному сценарию 28 дней, реалистическая оценка – 24 дня, а оптимистичная оценка – 14 дней.

4) Если с вероятностью 0,85 при благоприятном ходе событий вложенные деньги могут принести прибыль в размере 2,5 млн. руб., а при неблагоприятном - с вероятностью 0,15 в размере 0,8 млн. руб., то каков наиболее ожидаемый результат принятого решения?

5) Какой проект для инвестирования из трех представленных выберет фирма, если для реализации каждого проекта требуются одинаковые объемы инвестиций, а планируемый доход известен в виде распределения вероятностей?

Таблица 3.11 – Данные о проектах инвестирования

Проект 1		Проект 2		Проект 3	
Доход (руб.)	Вероятность	Доход (руб.)	Вероятность	Доход (руб.)	Вероятность
3000	0,44	2000	0,48	2500	0,44
6000	0,33	4000	0,35	3500	0,38
7000	0,23	5000	0,17	5000	0,18

Определить, какой проект будет менее рискованным.

### Вариант 25

1) Правовая сущность проектной деятельности

2) Совещания как метод принятия управленческих решений

3) Фирма рассматривает инновационный проект со следующими данными.

Затраты на проект единовременные и составляют  $I_0 = 150$  тыс. руб., цена капитала 12%, ожидается получить от инновации доходы (по годам) в размерах:  $P_1 = 30$  тыс. руб.,  $P_2 = 70$  тыс. руб.,  $P_3 = 70$  тыс. руб.,  $P_4 = 45$  тыс. руб. Примет ли фирма решение о принятии проекта к реализации?

4) Оценка общего качества управленческого решения равна 0,64. Решение получено в результате выполнения двух операций. Первая операция имеет показатель качества 0,4. Какова оценка качества второй операции?

5) Рассматривается проект о строительстве поликлиники. Существуют три возможных района строительства: А, В, С. Исходные данные приведены в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Исходные данные для решения задачи

Фактор	Вес	А	В	С
Доступность для пациентов	0,25	12	8	7
Арендная	0,5	5	4	6
Удобство для персонала	0,25	3	6	5

Дать рекомендации о месте строительства, используя метод взвешивания.

#### 4 Методические указания по подготовке к сдаче зачета

##### Тест по дисциплине

1) Как формулируется глобальная цель управления?

- а) максимальное удовлетворение потребностей и интересов человека;
- б) получение максимальной прибыли организацией;
- в) уважительность;
- г) обеспечение слаженной деятельности всех руководителей

2) Какая часть ресурсов расходуется на начальном этапе реализации проекта?

- а) 9-15 %;
- б) 15-30 %;
- в) 30-45 %;
- г) более 50 %

3) Подход к определению понятия "решение", характеризующийся протеканием во времени и реализацией в несколько этапов:

- а) решение как вариант альтернативы;
- б) решение как процесс;
- в) решение как надежда на лучшее будущее;
- г) решение как сила мысли



4) Что называется конкретной ситуацией?

а) набор причин, которые мешают организациям продвигаться к намеченным целям;

б) реальное положение дел относительно провозглашенной цели;

в) набор реальных ситуаций в производственной или управленческой сфере деятельности;

г) "фотография" рабочего дня организации

5) Необходимую информацию для принятия проектного решения рационально собирать или приобретать пока:

а) отсутствует противодействие;

б) ожидаемый выигрыш будет больше, чем ожидаемые затраты;

в) позволяет временной ресурс решения проблемы;

г) позволяют финансовые ресурсы организации

6) Есть ли различия в процессе разработки проектного решения для биологических, технических и социальных систем?

а) есть;

б) нет, так как технология и подходы руководителя должны быть одни и те же;

в) есть из-за правовых норм;

г) есть, но несущественные, так как в этих системах много общего, например, везде требуется организация, планирование

7) Подход к трактовке понятия "управленческое решение", характеризующий действия руководства, ведущие к разрешению противоречия и изменению ситуации:

а) практический;

б) системный;

в) комплексный;

г) научный

8) Какие факторы сильнее всего влияют на реализацию проекта?

а) экономические и политические;

б) экономические и социальные;

в) экономические и правовые;

г) внутренние

9) Назовите отличительную особенность инвестиционных проектов:

а) большой бюджет;

б) высокая степень неопределенности и рисков;

в) достижение экстремума целевой функции при минимуме затрат;

г) обязательное получение прибыли в результате реализации проекта

10) Какие элементы входят в состав внешней среды проблемной ситуации?

Отметьте правильные ответы:

а) управляемые переменные;

б) ограничения на значения управляемых переменных;

в) неуправляемые переменные;

г) ограничения на значения неуправляемых переменных;

д) факторы неопределенности внешней среды

11) Альтернатива – это ...

а) один из возможных способов достижения цели;

б) один из вариантов решения;

в) критерий;

г) ограничение

12) Участники проекта – это:

а) потребители, для которых предназначался реализуемый проект;

б) заказчики, инвесторы, менеджер проекта и его команда;

в) физические и юридические лица, задействованные в проекте чьи интересы могут быть затронуты в ходе выполнения проекта;

г) проектная группа

13) В сетевой модели не должно быть

а) "тупиковых" событий, замкнутых контуров и петель

б) исходных и завершающих событий

в) одного исходного и одного завершающего события

г) оптимизации сетевого графика

14) Активная группа – это ...

а) носят индивидуальный характер;

б) группа людей, имеющая общие интересы и старающаяся оказать влияние на процесс выбора и его результат;

в) группа лиц, принимающих решение;

г) группа людей, владеющих методами решения проблемы

15) Проблема – это

а) начальный пункт потребности в выработке решений;

б) ощущение дискомфорта, выражающегося в неудовлетворенности чем-либо;

в) расхождение между желательным и действительным состоянием;

г) не решаемая задача

16) К хорошо структурированным проблемам относят

а) количественно сформулированные проблемы, в которых зависимости имеют численные оценки;

б) качественно выраженные проблемы, содержащие лишь описание признаков, количественные зависимости между которыми неизвестны;

в) смешанные проблемы, которые содержат как качественные, так и количественные элементы;

г) математическая задача

17) Большинство неструктурированных проблем решаются

а) эвристическими методами и методами интуитивных догадок;

б) с помощью построения математических моделей, отражающих основные черты проблемы;

в) математическими методами;

г) качественными методами

18) Статическое моделирование служит для:

а) описания поведения объекта в течение продолжительного времени;

б) получения некоторых специфических данных;

- в) получения данных о поведении объекта
- г) описания поведения объекта в какой-либо момент времени

19) В основе моделирования лежит:

- а) теория подобия;
- б) теория игр;
- в) теория критериев эффективности;
- г) теория сложных систем

20) Особенности разработки проектных решений в технических системах:

- а) использованием количественных методов;
- б) набор решений ограничен и последствия предопределены;
- в) использованием ИКТ;
- г) даже типовые решения иногда дают непредсказуемые результаты

21) Результат – это

- а) специальная форма представления наиболее важных для ЛПР характеристик исхода операции;
- б) формализованное описание желаемого состояния, достижения которого отождествляется с решением проблемы;
- в) начальный пункт потребности в выработке и принятии решения;
- г) итог принятия решений

22) Каковы особенности разработки проектов в биологических системах?

- а) даже типовые проекты иногда дают непредсказуемые результаты;
- б) вероятность правильной разработки и реализации проектов мала из-за естественной ограниченности миропонимания и мышления руководителей;
- в) набор решений ограничен и последствия их предопределены;
- г) любая деятельность в интересах достижения намеченной цели

23) Критерий в переводе с греческого языка означает:

- а) мерило для оценки чего-либо;
- б) наименование возможного способа достижения цели;
- в) удобный и упрощенный образ объектов действительности;
- г) постоянное число

24) Условия разработки проектных решений – это

- а) закономерности, связывающие ход процесса выполнения задачи;
- б) наилучший способ устранения проблемы;
- в) возможный способ достижения цели;
- г) набор ситуаций

25) Какие методы прогнозирования базируются на статистической информации?

- а) фактографические;
- б) экспертные;
- в) аналитические;
- г) ситуативные

26) Какие из перечисленных методов относятся к методам индивидуальной экспертной оценки?

- а) интервью;
- б) анкетного опроса;
- в) аналитические;
- г) написание прогнозного сценария

27) Какие из перечисленных методов не относятся к методам индивидуальной экспертной оценки?

- а) интервью;
- б) анкетного опроса;
- в) мозгового штурма;
- г) написание прогнозного сценария

28) Метод прогнозных комиссий относится к методам ...

- а) интервью;
- б) анкетного опроса;
- в) коллективной экспертной оценки;
- г) индивидуальной экспертной оценки

29) Какой из методов прогнозирования использует в качестве основы прогноза закономерность развития объекта, сходного по природе с исследуемым?

- а) метод исторической аналогии;
- б) метод математической аналогии;
- в) метод экстраполяции;
- г) написания прогнозного сценария

30) Проектирование работы представляет собой:

а) функции менеджера в организации;

б) права и ответственность индивида в организации при выполнении его функций;

в) организационную сторону осуществления деятельности, дающую ответ на вопросы: как делать и кому следует делать;

г) процесс создания как формальной, так и неформальной спецификации выполнения задачи, поставленной перед работником, включающей взаимозависимость данной задачи с другими задачами, решаемыми как внутри, так и вне организации.

## **5 Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы по дисциплине**

### **5.1 Общие рекомендации и сведения**

Самостоятельная работа студентов в ходе семестра является важной частью учебного процесса и необходима для закрепления и углубления знаний, полученных во время лекций, практических занятий, а также индивидуальном изучении дисциплины в соответствии с программой и рекомендованной литературой. Самостоятельная работа реализуется в виде подготовки домашнего задания или сообщения по отдельным вопросам, реферативного обзора.

Контроль качества самостоятельной работы может осуществляться с помощью устного опроса на практических занятиях и тестирования.

Самостоятельная работа предусмотрена в следующих формах:

1) Освоение теоретического учебного материала, в том числе подготовка к практическим занятиям (форма контроля – тестирование, самостоятельное решение типовых расчётных задач, устный и письменный контроль знаний на практических занятиях).

2) Выполнение контрольной работы – для студентов заочной и очно-заочной форм обучения (форма контроля знаний – написание и защита контрольной работы).

## **5.2 Практические задания для самостоятельной подготовки**

### **Тема 1. Введение в экономико-математическое моделирование в проектном управлении**

**Задание 1.** Функция прибыли некоторой коммерческой организации может быть смоделирована следующей зависимостью:

$$\Pi(q) = R(q) - C(q) = 0,5q^2 - 4q + 5,0, \quad (5.1)$$

где  $R(q)$  – доход фирмы, а  $C(q)$  – издержки производства,  $q$  – объём производства продукции.

К какому типу моделей относится функция прибыли этой организации? При каком значении объёма продаж прибыль фирмы примет максимальное значение?

**Задание 2.** Руководитель фирмы, торгующей бытовой химией, неожиданно узнаёт об появлении конкурирующей фирмы, которая также занимается продажей бытовой химии, расположившейся рядом. Конкурирующая фирма сразу же устанавливает цены на аналогичный товар ниже средних цен. В данной ситуации, следует быстро и оперативно разработать управленческий проект, направленный на укрепление конкурентных позиций фирмы, и на то, чтобы не потерять постоянных клиентов. Проанализируйте управленческую ситуацию. Какой проект вы предложите по выходу из сложившейся управленческой ситуации?

**Задание 3.** Считая продолжительностью работы с минимальной допустимой интенсивностью  $t_{\text{пес}} = t_{\text{max}} = 80$  дней, а продолжительностью работы

с максимальной возможной интенсивностью  $t_{\text{opt}} = t_{\text{min}} = 60$  дней, найти оптимальный по стоимости вариант выполнения проекта. Минимизировать стоимость проекта при минимально возможном сроке его исполнения.

## Тема 2. Модели сетевого планирования и управления

**Задание 1.** На основе таблицы требуется определить чистый дисконтированный доход и проанализировать проект. Предполагаются единовременные расходы на проект в размере 178 млн. руб. Коэффициент дисконтирования 15 %.

Таблица 5.1 – Доходы фирмы за 4 года

Годы	1	2	3	4
Доходы (млн. руб.)	40	80	80	55

**Задание 2.** Исходя из данных таблицы, рассчитайте чистый дисконтированный доход по каждому из проектов, выберите наиболее эффективный, если объем инвестируемых средств для проекта № 1 составляет 4400 тыс. долл., для проекта № 2 – 4100 тыс. долл. Для дисконтирования денежного потока проекта № 1 ставка процентов принята в размере 8 %, для проекта № 2 ставка – 10 %.

Таблица 5.2 – Денежные потоки по проектам за 4 года

Проект	Годы	1	2	3	4
Проект № 1	денежный поток (тыс. долл.)	3320	980	-	-
Проект № 2	денежный поток (тыс. долл.)	830	1890	1890	1890

Выбрать лучший проект.

**Задание 3.** Вдоль шоссе длиной 80 км расположено шесть гаражей. Разрабатывается проект строительства бензозаправочной станции. Расположены гаражи на 7-м, 26-м, 28-м, 37-м, 40-м и на 50-м километре. Для выбора местоположения бензоколонки собраны сведения о предполагаемых поездках из гаражей на заправку: из первого гаража – 14 раз, из второго – 18, из третьего – 8, из четвертого – 25, из пятого – 28 и из шестого 12 раз.

Предложите проект, при котором сумма пробегов автомашин на заправку будет минимальной.



### Тема 3. Временные параметры сетевой модели

**Задание 1.** Считая продолжительностью работы с минимальной допустимой интенсивностью  $t_{\text{пес}} = t_{\text{max}} = 80$  дней, а продолжительностью работы с максимальной возможной интенсивностью  $t_{\text{онт}} = t_{\text{min}} = 60$  дней, найти оптимальный по стоимости вариант выполнения проекта. Минимизировать стоимость проекта при минимально возможном сроке его исполнения.

**Задание 2.** В проектной деятельности существуют определенные требования к информации. Указать в какой строке таблицы 5.3 верно указаны требования к характеристикам информации.

Таблица 5.3 - Требования к характеристикам информации

Характеристики информации	Уровень характеристики
Достоверность	Актуальная, доверительная
Объём	Избыточная, субминимальная
Ценность	Средняя, высокая
Насыщенность	Нормативная

**Задание 2.** Инвестор собирается вложить собственные средства. Предлагается на выбор два варианта проекта. Ставка дисконтирования принимается 9 %.

Таблица 5.4 – Денежные потоки по проектам за 4 года

Проект	Годы	1	2	3	4
Проект 1	Доходы (тыс. руб.)	1100	1100	1200	1200
	Расходы (тыс. руб.)	1000	900	800	-
Проект 2	Доходы (тыс. руб.)	1100	1200	1100	1200
	Расходы (тыс. руб.)	1100	800	800	-

Оценить эффективность проекта с помощью показателя  $NPV$  и принять инвестиционное решение.

**Задание 3.** Для производства столов и стульев мебельная фабрика использует три вида древесины. Норма затрат для каждого вида древесины на один стол составляет 1; 2; 5; на один стул – 1; 5; 2. Запасы древесины – 150; 600; 600. Прибыль от реализации одного стола – 200 рублей, одного стула – 100 рублей. Составить оптимальный план производства, обеспечивающий максимальную прибыль.

#### **Тема 4. Двойственные задачи линейного программирования сетевых моделей**

**Задание 1.** На предприятии сформировалась потребность в расширении производственных мощностей. В зависимости от уровня технологического обеспечения, финансовых возможностей и общей стратегии развития основные средства могут быть приобретены: на собственные средства, путем аренды или лизинга или в результате временного подключения.

Обоснуйте возможные варианты инвестиционных проектов, найдя положительные и отрицательные стороны каждого варианта.

**Задание 2.** Нужно эффективным образом реализовать некоторый проект. Разработчиков в команде столько, сколько технологий будет использовано в проекте. Имеются сведения об эффективности владения технологиями для каждого. Как задействовать наибольшее количество технологий, назначив каждому разработчику свою задачу, т. е. оптимально распределить между ними области ответственности за технологии, принимая во внимание их личные способности.

**Задание 3.** Какая последовательность, из приведенных ниже шагов, предпочтительнее при принятии проектного решения, базирующегося на рациональной модели?

1) Разработка вариантов решений, анализ вариантов решений, выбор наилучшего из вариантов.

2) Анализ вариантов решений, выбор наилучшего из вариантов, согласование выбранного варианта решения с коллективом, оценка решения проблемы, организация выполнения решения.

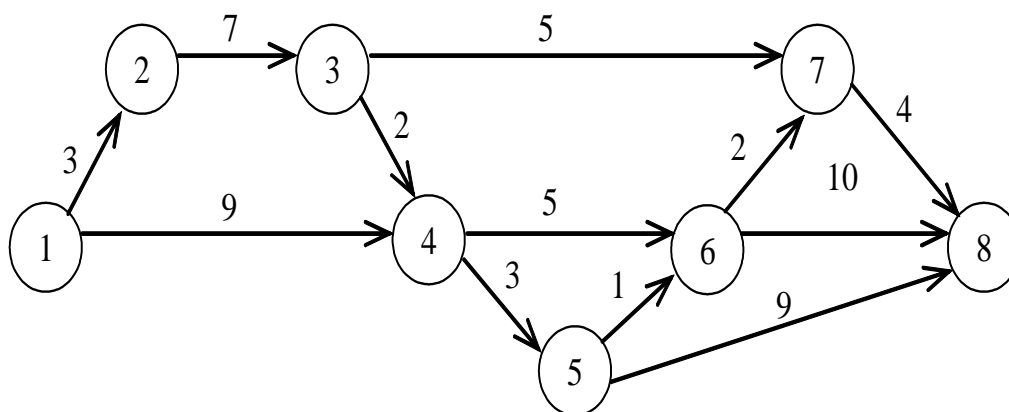
3) Формулировка проблемы, выбор приемлемого из вариантов решения проблемы, обсуждение выбранного варианта решения

**Задание 4.** Предприниматель разрабатывает проект расширения бизнеса и выделяет на это 150 тыс. руб. Если на приобретение нового оборудования затратить  $X$  тыс. руб., а на зарплату вновь принятым сотрудникам  $Y$  тыс. руб., то объем прироста продукции составит  $Q(x,y) = 0,1x^{0,6}y^{0,4}$ . Как следует

распределить выделенные денежные ресурсы, чтобы прирост объёма продукции был максимальным?

### Тема 5. Управление проектами с фиксированным временем выполнения работ

**Задание 1.** Для заданного сетевого графика найти коэффициент напряженности работы (2, 3) и работы (7, 8).



Найти максимальный срок выполнения проекта с вероятностью 0,95.

**Задание 2.** На основе данных таблицы необходимо рассчитать чистый приведенный эффект и дать заключение по инвестиционному проекту для трёх экономико-географических регионов: Польша – ставка дисконтирования 3%, Литва – ставка дисконтирования 3,5%, Германия – ставка дисконтирования 2%. Расходы на проект составят: 1год – 350 у. е.; 2год – 300 у. е.

Таблица 5.5 – Таблица доходов по проектам за 4 года

Годы	1	2	3	4
Доходы (усл. ед.)	100	150	300	400

Дать заключение по инвестиционному проекту.

**Задание 3.** Кондитерской фабрике в конце месяца дано задание выпустить свою продукцию в виде подарочных наборов из конфет разных сортов. Состав каждого набора задан, количество конфет ограничено (таблица 5.6).

Таблица 5.6 – Данные для расчетов

Конфеты	На складе	Праздник	Сюрприз	Привет
Леденцы	500	3	4	2
Карамель	400	2	1	1
Шоколадные	550	1200	1100	1
Грильяж	350	1	3	1
Цена	-	250	450	300

Обозначить за  $X_1$  количество наборов "Праздник",  $X_2$  - количество наборов "Сюрприз",  $X_3$  – количество наборов "Привет". Записать целевую функция  $Z(X_1, X_2, X_3)$  и ограничения задачи.

Определите, сколько и какого типа наборов конфет нужно выпустить, чтобы получить максимальную прибыль.

## **Тема 6. Управление проектами с неопределённым временем выполнения работ**

**Задание 1.** Фирма получила заказы на разработку четырёх программных продуктов. Для выполнения этих заказов решено привлечь пятерых наиболее опытных программистов. Каждый из них должен написать одну программу. В таблице приведены оценки времени (в днях), необходимого программистам для выполнения каждой из этих работ.

Таблица 5.7 – Оценки времени, необходимого программистам для выполнения каждой из этих работ, дни

Программист	1	2	3	4
Соколов	40	18	48	62
Коровин	42	21	53	60
Толубеев	39	22	54	61
Павлов	41	22	51	63

Распределите работы между программистами, чтобы общее количество человеко-дней, затраченное на выполнение всех заказов, было минимальным.

**Задание 2.** Определить длительность реалистичной оценки решения задачи по методу PERT, если время решения задачи проекта по нормальному сценарию 28 дней, пессимистическая оценка – 58 дней, а оптимистичная оценка – 14 дней.

## **Тема 7. Оптимизация сетевых графиков**

**Задание 1.** Консалтинговая компания "Системы управленческих решений" специализируется на разработке систем поддержки проектов. Компания заключила контракт на разработку новой компьютерной системы, предназначенной для помощи руководству фирмы при планировании

капиталовложений в инновационные проекты. Руководитель проектной группы разработал следующий перечень десяти взаимосвязанных работ.

Таблица 5.8 – Данные для расчетов

Работа	Непосредственно предшествующие работы	Время выполнения, недели
A	–	4
B	–	6
C	–	5
D	B	2
E	A	9
F	B	4
G	CD	8
H	BE	3
I	FG	5
J	H	7

- 1) Изобразите возможный проект из десяти взаимосвязанных работ.
- 2) Найдите значения критического пути проекта.
- 3) Определите каков резерв выполнения работы F.

**Задание 2.** Проанализировать инновационный проект со следующими характеристиками (тыс. руб.):  $J_0 = 150$ ,  $P_1 = 30$ ,  $P_2 = 70$ ,  $P_3 = 70$ ,  $P_4 = 45$ . Ожидается, что цена капитала будет меняться по годам следующим образом: 12 %, 13 %, 14 %, 14 %.

**Задание 3.** Фирма рассматривает инновационный проект с единовременными затратами  $I = 150$  тыс. руб. По прогнозам, капитал в первый год обесценится на  $r_1 = 12$  %, во второй на  $r_2 = 8$  % и третий год на  $r_3 = 10$  %, а в четвертый год на  $r_4 = 11$  %.

От реализации инновационного проекта ожидается получить следующие доходы по годам: в первый год  $P_1 = 45$  тыс. руб., во второй -  $P_2 = 70$  тыс. руб., в третий  $P_3 = 90$  тыс. руб., и в четвертый -  $P_4 = 50$  тыс. руб.

Будет ли подобный проект являться рентабельным? Следует ли принимать его к реализации?

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бережная, Е. В. Математические методы моделирования экономических систем: учеб. пособие вузов / Е. В. Бережная. – Москва: Финансы и статистика, 2005. - 224 с.

2. Буркова, И. В. Математические методы и модели управления проектами: учеб. пособие/ И. В. Буркова, Я. Д. Гельруд, О. В. Логиновский [и др.]. – Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2018. - 194 с.

2. Голикова, Г. В. Управление проектами: учеб. пособие / Г.В. Голикова. – Воронеж: Научная книга, 2018. – 187 с.

4. Замков, О. О., Толстопятенко, А. В. Математические методы в экономике: учеб. / О. О. Замков, А. В. Толстопятенко. - Москва: МГУ им. Ломоносова, 2005. – 324 с.

5. Красс, М. С., Чупрынов, Б. П. Основы математики и её приложения в экономическом образовании: учеб. / М. С. Красс, Б. П. Чупрынов. - Москва: Изд-во "Дело", 2008. – 720 с.

6. Методические указания по оформлению учебных текстовых работ (рефератов, контрольных, курсовых, выпускных квалификационных работ) для всех специальностей направлений ИНОТЭКУ / сост.: А. Г. Мнацаканян, Ю. Я. Настин, Э. С. Круглова. – 2-е изд., доп. – Калининград: КГТУ, 2018. – 29 с.

7. Настин, Ю. Я. Математическое моделирование в экономике и финансах: учеб. пособие / Ю. Я. Настин. – Калининград: БИЭФ, 2003. – 118 с.

8. Мазур, И. И., Шапиро, В. Д., Ольдерогге, Н. Г. Управление проектами: учеб. пособие / И. И. Мазур, В.Д. Шапиро, Н. Г. Ольдерогге – Москва: Омега-Л, 2005. – 664 с.

9. Просветов, Г. И. Математические модели и методы в экономике: учеб.-метод. пособие / Г. И. Просветов. - 2-е изд. - Москва: Изд-во РДЛ, 2016. – 158 с.

10. Шапкин, А. С., Шапкин, В. А. Математические методы и модели исследования операций: учеб. / А. С. Шапкин, В. А. Шапкин. - Москва: Изд.-торг. корпорация «Дашков и Ко», 2009. – 400 с.

11. Хазанова, Л. Э. Математическое моделирование в экономике: учеб. пособие / Л.Э. Хазанова. - Москва: Бек, 2008. - 224 с.

**Пример листа СОДЕРЖАНИЕ в контрольной работе**

**СОДЕРЖАНИЕ**

	ВВЕДЕНИЕ (кратко история становления дисциплины, выдающиеся отечественные и иностранные учёные, до 2-х страниц)	3
1	Классификация типов проектов (в том числе смысл основных понятий)	4
2	Виды рисков проектной деятельности (с обоснованием причин и методов снижения негативных последствий)	6
3	Задача №1. Построение и исследование сетевой модели	8
4	Задача №2. Исследование сетевой модели и расчёт времени выполнения задачи по проекту	9
5	Задача №3 Расчёт времени выполнения задачи проекта	10
5.1	Задача 3.1. Рассчитать время выполнения задачи проекта, по умеренно пессимистичному сценарию	
5.2	Задача 3.1. Рассчитать время выполнения задачи проекта, по оптимистичному сценарию	
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	23

Локальный электронный методический материал

Тамара Михайловна Дерендяева

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ  
В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ

Редактор Э. С. Круглова

Уч.-изд. л. 7,3 Печ. л. 6,5

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
"Калининградский государственный технический университет".  
236022, Калининград, Советский проспект, 1