

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

КАФЕДРА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ И ЛОГИСТИКИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по дисциплине
«УПРАВЛЕНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИМИ ПРОЕКТАМИ»
для студентов специальности «Логистика»
дневной и заочной формы обучения



Брест 2019

УДК 658.5

Методические указания предназначены для студентов специальности 1-26 02 05 «Логистика» учреждения образования «Брестский государственный технический университет» дневной и заочной форм обучения для проведения практических и лабораторных занятий студентов и самостоятельной работы над учебным материалом по дисциплине «Управление логистическими проектами»

Составители: Омелянюк А.М., к.э.н., доцент кафедры
экономической теории и логистики

Шишко Е.Л., старший преподаватель кафедры
экономической теории и логистики

Рецензент: Варакулина М.В., к.э.н., доцент кафедры экономики и управления
УО Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина

Практическая работа № 1

Выбор и обоснование логистической проблемы для объекта исследования

Таблица 1 – Этапы и процедуры исследования в логистике:

№ п/п	Этапы исследования	Процедуры исследования
1	Обоснования проведения исследования	Выявление проблемы
		Постановка проблемы
		Формирование целей исследования
		Анализ проблемы
		Определение задач исследования
		Построение математических моделей
2	Создание базы данных исследования	Установление перечня данных
		Выявление источников информации
		Сбор исходных данных
		Систематизация и обработка данных
		Анализ информации
3	Поиск оптимальных логистических решений	Решение математических моделей
		Синтез оптимального решения
		Выводы и рекомендации
		Принятие решения
		Реализация принятого решения
		Оценка полученных результатов
		Корректировка принятого решения

Выявление проблемы. Обоснование необходимости проведения исследования логистической цепи в реальном масштабе времени, в частности, показателей ее работоспособности в организационном и экономическом плане за определенный плановый период времени. К таким показателям относятся: состояние величины прибыли субъекта производственно-хозяйственной деятельности; динамика изменения логистических издержек по функциональным подсистемам логистики; стратегия, выбранная на определенных рынках реализации продукции; состояние издержек производства, зависящих от используемой номенклатуры материальных ресурсов; изменяющаяся величина продаж выпускаемой предприятием продукции; наличие «портфеля» заказов на промышленных предприятиях или в торгово-посреднических организациях.

В связи с тем, что практически любое исследование сопровождается определенными затратами, его проведение должно быть всесторонне обосновано. Обоснование необходимости проведения исследования составляется в общем виде, поэтому наиболее важным является точное формулирование проблемы, которую подлежит исследовать. Как правило, проблема формулируется довольно кратко, но объемно, при этом подразумевается значительный круг вопросов по данной проблеме, требующих своего разрешения. Эти вопросы в той или иной мере касаются практически всех направлений деятельности логистики в области материально-технического снабжения, транспортного и складского хозяйства, управления запасами материальных ресурсов, сбытовой деятельности.

Постановка проблемы. Под проблемой в логистических исследованиях понимается несоответствие между желаемыми и действительными результатами организации и функционирования логистической цепи, и в первую очередь, по срокам поставки материальных ресурсов и товаров по звеньям цепи. В ходе производственно-хозяйственной деятельности, с одной стороны, предприятия и организации удовлетворяют свои потребности, стремление удовлетворять которые порождает соответствующие проблемы.

Проблемная ситуация создается, как правило, вследствие возникающих противоречий между стремлением субъектов хозяйствования к достижению поставленной цели и возможностью ее осуществления, поэтому процесс исследования должен начинаться не с формулировки проблемы, а осознания проблемной ситуации. При этом только посредством анализа и синтеза данных, относящихся к проблеме, можно ее понять и дать формализованное описание. После того, как сформулирована и детализирована проблема, следует уточнить и точно определить цели, предложить формализованное выражение критериев оптимальности как средства достижения цели.

Формирование целей исследования. Выбор целей и формирование системы критериев, позволяющих соизмерить затраты на проведение исследования с планируемыми результатами, является определяющим компонентом всего исследовательского процесса. При этом организационная сторона функционирования логистических цепей обеспечивает удовлетворение потребностей организаций-потребителей и индивидуальных потребителей в материальных ресурсах и товарах по установленному уровню качества обслуживания потребителей. Кроме основной цели подсистем логистики, они имеют ряд внутренних целей, определяющих характер товародвижения в функциональных логистических цепях. Такими целями являются: снижение логистических издержек; получение прибыли; сокращение количества звеньев в цепях.

Анализ проблемы. Данная процедура включает полную качественную формулировку проблемы, оценку возможности получения необходимых статистических данных или направлений их прогнозирования. Анализ проблемы служит двум целям: первая – регистрация и объяснение результатов функционирования логистических цепей в предыдущие плановые периоды; обеспечение объективной информацией, необходимой для рационального управления логистическими цепями в будущие плановые периоды. Для анализа логистических цепей достаточно эффективно применение методов корреляционного и регрессионного анализа.

Определение задач исследования. На основе выявленной цели и сформулированной проблемы определяется перечень задач исследовательского характера, которые являются составной частью проблемы. Задачи, в свою очередь, подразделяются в зависимости от уровня управления логистическими цепями, например: глобальные задачи на уровне управления макрологистической цепью; локальные задачи – на уровне управления микрологистической цепью; подзадачи – на уровне управления функциональной логистической цепью. Одновременно устанавливается последовательность решения задач, а итерации строятся в соответствии с логикой и используемыми исходными данными.

Построение математических моделей. Построение экономико-математических: моделей начинается на стадии анализа проблемы. Для целей принятия решений в логистике необходима математическая модель, устанавливающая связь между входными и выходными переменными, на базе которой может быть выработано управление процессом товародвижения, удовлетворяющее заданному варианту ограничений и обеспечивающее достижение заданной цели функционирования логистических цепей.

Практическая работа № 2

Декомпозиция выявленной проблемы с применением метода «диаграммы Исикавы»

Диаграмма Исикавы ("рыбий скелет") широко применяется при анализе несоответствий систем менеджмента и не только. Она помогает выявить основные взаимосвязи между различными факторами и более точно понять исследуемый процесс.

С помощью диаграммы можно легко и просто систематизировать все возможные проблемы, выделить самые значимые из них и определить коренные причины (первопричины).

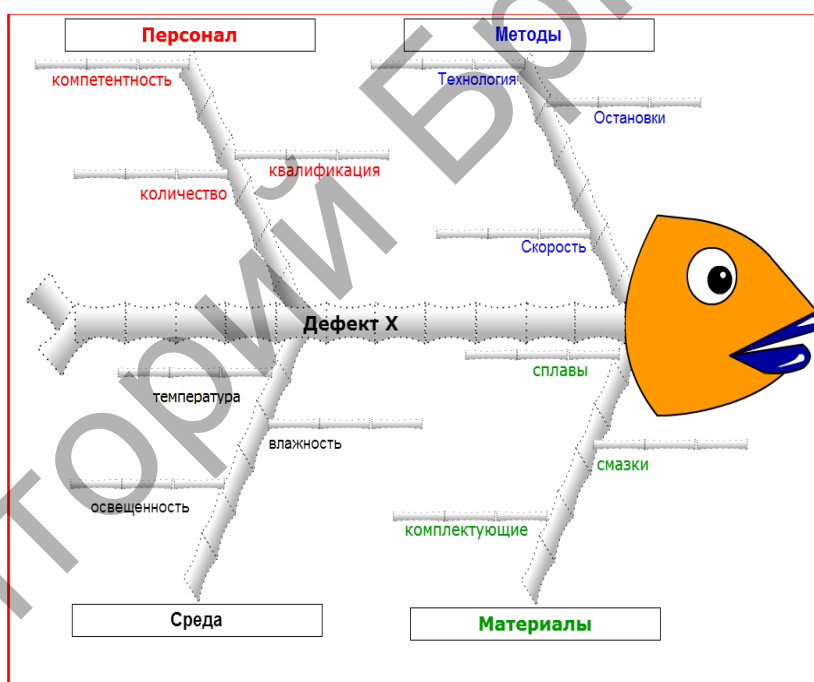


Рисунок 1 – Диаграмма Исикавы

Поэтому ее также называют «Причинно-следственная диаграмма» и «Диаграмма анализа корневых причин». Она также полезна для планирования действий, направленных на устранение причин несоответствий.

Наименование «Диаграмма Исикавы» ей присвоено в честь японского теоретика менеджмента профессора Каору Исикавы, который предложил ее в 1952г. При составлении диаграммы получается чертеж, похожий на рыбий скелет, в связи, с чем ее называют «рыбий скелет» или «рыбья кость».

Правила построения Диаграммы Исикавы:

1) Четкое описание самой проблемы, причины возникновения которой предстоит найти.

2) Обозначение рассматриваемой проблемы и основной стрелки «хребта». Изучаемая проблема записывается с правой стороны в середине чистого листа

бумаги или другого большого поля и заключается в рамку. Слева к рамке подводится основная горизонтальная стрелка – «рыбий хребет».

3) Определение и обозначение источников возможных причин возникновения рассматриваемой проблемы (главных причин или причин 1-го уровня – «большие кости»). Источники возможных причин возникновения рассматриваемой проблемы (проблемы 1-го уровня) заключаются в рамки и соединяются наклонными стрелками с «хребтом». Для физических процессов такими источниками могут быть: люди; машины и оборудование; материалы; методы; измерение; окружающая среда (культура, организационная структура, физическое окружение и т.д.). Для процесса обслуживания традиционными источниками являются: люди; процессы; внешние условия; рабочая среда.

4) Выявление и обозначение причин 2-го уровня («средние кости»). Вторичные причины записываются и располагаются в виде «средних костей», примыкающих к «большим».

5) Выявление и обозначение причин 3-го уровня («мелкие кости»). Причины 3-го уровня, располагаются в виде "мелких костей", примыкающих к «средним», и т. д.

6) Если на диаграмме приведены не все причины, то одна стрелка оставляется пустой.

7) При анализе выявляются и фиксируются в диаграмме все факторы, даже те, которые кажутся незначительными. После оценки и ранжирования причин (факторов) по их значимости в диаграмме выделяются особо важные, которые предположительно оказывают наибольшее влияние на исследуемую проблему. Для ранжирования причин можно применять метод «Построение диаграммы Парето».



Рисунок 2 – Фрагмент Диаграммы Исикавы

8) В диаграмму вносится вся необходимая информация: ее название; наименование изделия; имена участников; дата и т.д.

Дополнительная информация:

1) Процесс выявления, анализа и объяснения причин, является ключевым в структурировании проблемы и переходу к корректирующим действиям.

2) Задавая при анализе каждой причины вопрос «почему?», можно определить первопричину проблемы (по аналогии с выявлением главной функции каждого элемента объекта при функционально-стоимостном анализе).

3) Способ взглянуть на логику в направлении «почему?» состоит в том, чтобы рассматривать это направление в виде процесса постепенного раскрытия всей цепи последовательно связанных между собой причинных факторов.

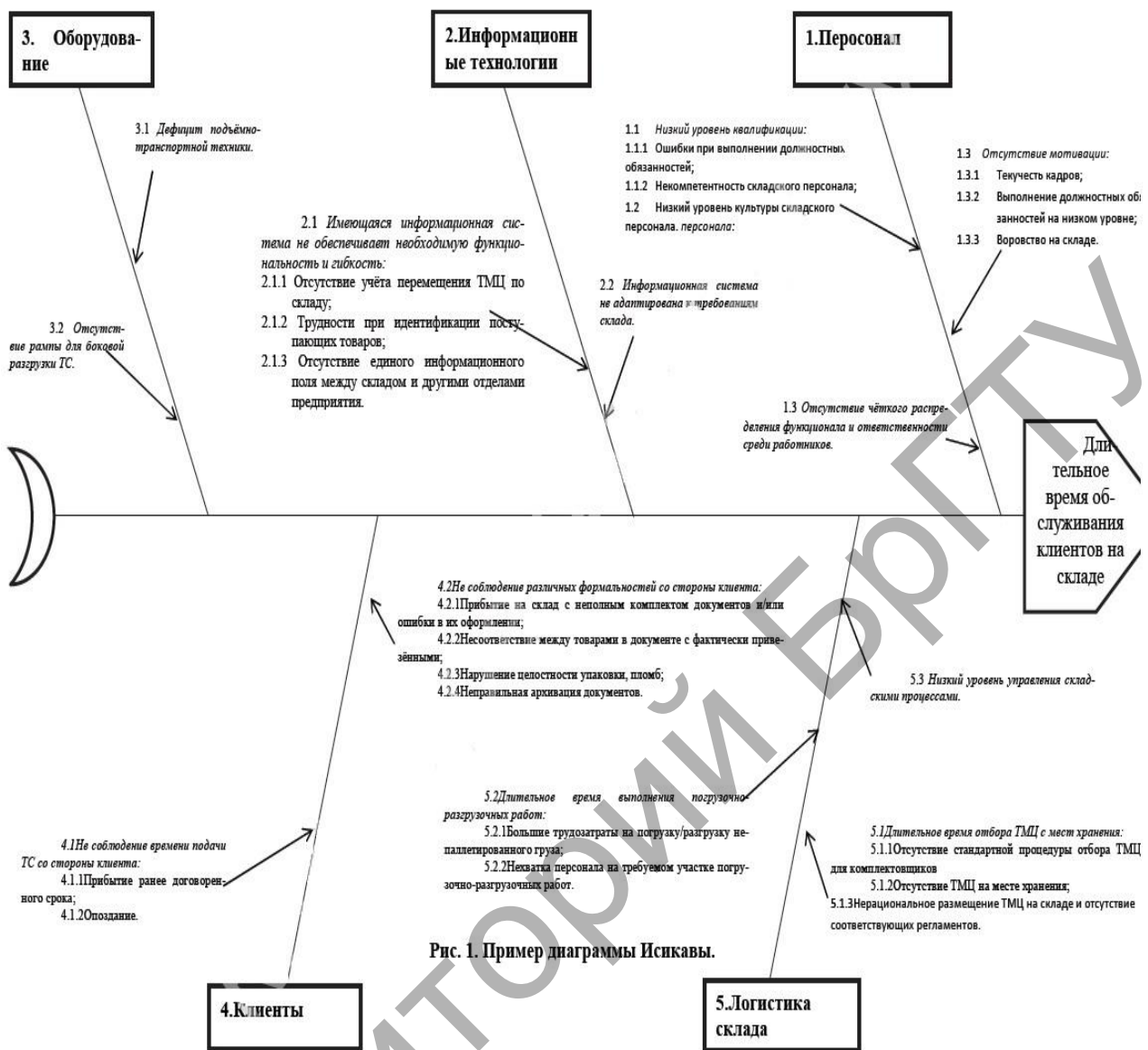


Рис. 1. Пример диаграммы Исикавы.

Рисунок 3 – Пример диаграммы Исикавы

Практическая работа № 3 Структура разбиения работ

Структура разбиения (декомпозиции) работ (СРР) (WBS – Work Breakdown Structure) – иерархическая структура последовательной декомпозиции проекта на подпроекты, пакеты работ различного уровня, пакеты детальных работ. СРР является базовым средством для создания системы управления проектом, так как позволяет решать проблемы организации работ, распределения ответственности, оценки стоимости, создания системы отчетности, эффективно поддерживать процедуры сбора информации о выполнении работ и отображать результаты в информационной управленческой системе для обобщения графиков работ, стоимости, ресурсов и дат завершения.

Разработка СРР проводится либо сверху вниз, либо снизу вверх, либо используются одновременно оба подхода. В результате построения СРР должны

быть учтены все цели проекта и созданы все необходимые предпосылки для его успешной реализации,

Уровень детализации СРР зависит от содержания проекта, квалификации и опыта команды проекта, применяемой системы управления, принципов распределения ответственности в команде проекта, существующей системы документооборота и отчетности и т.д.

Иерархическая структура проекта, создаваемая на основе СРР, позволяет применять процедуры сбора и обработки информации о ходе выполнения работ по проекту в соответствии с уровнями управления, пакетами работ, вехами и т.д., обобщать информацию по графикам работ, затратам, ресурсам и срокам.

Основанием декомпозиции СРР могут служить:

- компоненты товара (объекта, услуги, направления деятельности), получаемого в результате реализации проекта;
- процессные или функциональные элементы логистической деятельности организации, реализующей проект;
- этапы жизненного цикла проекта, основные фазы;
- подразделения организационной структуры;
- географическое размещение для пространственно распределенных этапов проектов.

На практике используются комбинированные структуры СРР, построенные с использованием нескольких оснований декомпозиции.

В состав работ СРР входят все работы проекта (детальные работы и шаги учитываются в рамках пакетов работ). Анализ на полноту СРР является одним из самых важных этапов построения системообразующей структуры проекта. Поэтому, если в проекте имеются работы, контролируемые не только руководителем проекта, но и заказчиком, эти работы следует включить в состав работ СРР, тем самым обеспечивая полноту этой структуры. При этом внешние пакеты работ учитываются в СРР на соответствующем уровне с разделением на внешние и внутренние работы.

В любом случае СРР должна быть системна, внутренне непротиворечива, понятна и позволять собирать проект в целом из отдельных работ, обеспечивать управляемость при его реализации и распределение ответственности по каждой работе и т.д.

Правила, основные этапы построения и возможности использования СРР:

• На основе диаграммы Исикавы проводится последовательная декомпозиция (разбиение, деление на категории, классификация) по заданным основаниям (признакам, критериям) работ проекта. Здесь возможны 2 варианта построения СРР:

1. Если в основе диаграммы Исикавы лежит проблема (негативный анализ), то в СРР формулируются подпрограммы, работы и мероприятия, нивелирующие все факторы-причины с учетом структуры и их уровней.

2. Если в основе диаграммы Исикавы лежит цель или проект совершенствования (позитивный анализ), то в СРР формулируются подпрограммы, работы и мероприятия, направленные на решение заданий структуры диаграммы.

Декомпозиция продолжается до тех пор, пока все значимые работы, не будут выделены и идентифицированы в такой степени и таким образом, чтобы они могли планироваться, для них можно было определять бюджет и составлять расписание, выполнять функции мониторинга и контроля. Такой степенью может быть возможность закрепления за отдельной работой единственного исполнителя.

- Для наглядности и простоты автоматизации использования СРР каждому элементу декомпозиции присваивается уникальный идентификатор, соответствующий уровню и, например, порядковому номеру на уровне с использованием разделителей типа табуляции, знаков препинания и т.д.

Названия элементов на каждом уровне отражают критерии разбиения работ. Например, на нижних уровнях – действия, связанные с производством конечного продукта этого уровня. При использовании функционального критерия разбиения работ элементы ветви, связанной с разработкой, могут иметь в названии метку "разработка", а элементы ветви, связанной с производством, – метку "производство". На уровнях, отображающих деятельность, связанную с конечными продуктами, название отражает вид действия.

- Для каждой работы, пакета работ, части проекта, выделенных таким образом, определяются имеющие к ним отношение данные (поставщики, ответственные исполнители, продолжительность, объемы, бюджет и затраты, оборудование, материалы, спецификации и т.д.).

Каждый следующий уровень в СРР добавляет более детальные элементы, каждый из элементов связан с более общим элементом, расположенным на уровень выше. На любом из уровней группе "дочерних" (детальных) элементов соответствует только один "родительский" (суммарный) элемент. Это правило обеспечивает корректность суммирования стоимостей, вывода объединенных календарных графиков и обобщения информации о работах. Возможно оформление СРР в виде таблицы или списка работ. В этом случае в одной колонке указываются факторы-причины из диаграммы Исикавы, а в другой мероприятия, направленные на их элиминацию. Пример указан в таблице 2.

Возможные ошибки структуризации проекта:

- пропуск стадии структуризации проекта и переход непосредственно к поиску и решению текущих, оперативных проблем проекта;
- использование при структуризации только функций, фаз или организационных подразделений вместо конечных продуктов;
- непонимание того, что СРР должна охватывать весь проект (обычно недостаточное внимание начальной и конечной фаз проекта, работ функциональных, обеспечивающих подразделений);
- повторение элементов структуры;
- излишняя или недостаточная детализация;
- невозможность компьютерной обработки результатов структуризации – планов проекта из-за ошибок формального характера;
- неучет «неосязаемых» конечных продуктов, таких, как услуги.

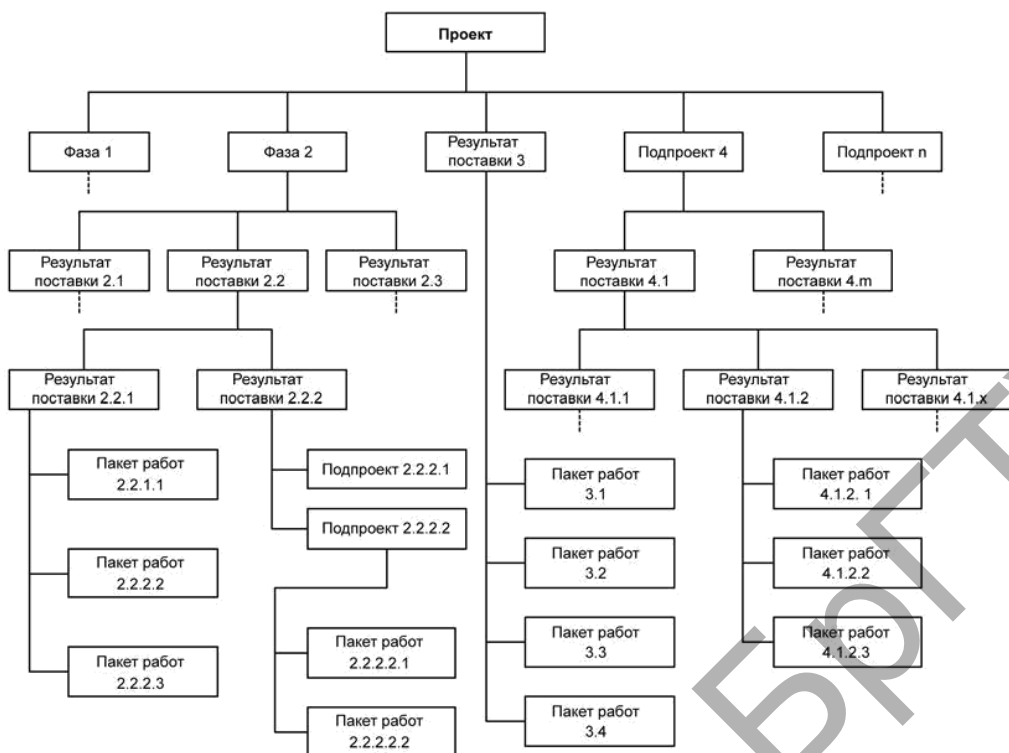


Рисунок 4 – COP для смешанного проекта

Таблица 2 – Пример части Структура разделения работ в виде таблицы

Проблемы	Методы решения
1	2
1. Персонал	
<p><i>1.1 Низкий уровень квалификации:</i></p> <p>1.1.1 Ошибки при выполнении должностных обязанностей;</p> <p>1.1.2 Некомпетентность складского персонала.</p> <p>1.1.3 Низкий уровень культуры складского персонала</p>	<p><i>1. Повышение квалификации персонала:</i></p> <p>1.1 Пересмотр методики отбора персонала на работу.</p> <p>1.2 Разработка положения о внедрении процедуры «внутренней самопроверки».</p> <p>1.3 Разработка положения об обучении персонала на курсах повышения квалификации, различных семинарах.</p>
<p><i>1.2 Отсутствие мотивации:</i></p> <p>1.2.1 Текучесть кадров.</p> <p>1.2.2 Выполнение должностных обязанностей на низком уровне.</p> <p>1.2.3 Воровство на складе.</p>	<p><i>2. Повышение мотивации персонала:</i></p> <p>2.1 Повышение мотивации материальными стимулами:</p> <p>2.1.1 Разработка положения о премировании персонала за хорошую работу.</p> <p>2.1.2 разработка положения о штрафах за опоздания, нарушение дисциплины, задержку процесса отгрузки и т. д.</p> <p>2.2 Повышение мотивации нематериальными стимулами:</p> <p>2.2.1 разработка положения о проведении конкурса на звание «Лучший работник месяца».</p> <p>2.2.2 Разработка положения о внедрении доски почета.</p> <p>2.2.3 разработка положения о проведении периодической ротации персонала по разным рабочим местам.</p> <p>2.3 Разработка положения о проведении инструктажа о последствиях воровства при приеме на работу персонала.</p>

Продолжение таблицы 2

1	2
2. Информационные технологии	
<p>2.1 <i>Имеющаяся информационная система не обеспечивает необходимую функциональность и гибкость:</i></p> <p>2.1.1 Отсутствие учёта перемещения ТМЦ по складу;</p> <p>2.1.2 Трудности при идентификации поступающих товаров;</p> <p>2.1.3 Отсутствие единого информационного поля между складом и другими отделами предприятия.</p>	<p>2. <i>Совершенствование информационного обеспечения склада:</i></p> <p>2.1 Доработка существующей WMS-системы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Возможность учёта МЦ по перемещению складу; • Автоматическая идентификация поступающих грузов; • Установление единого информационного поля с бухгалтерией, отделом логистики. • Возможность разработки графиков поставки и отгрузки ТМЦ и согласование их с клиентами; • Возможность разработки графиков распределения персонала по конкретным операциям складского процесса. <p>5.2 Выявление технических аспектов оснащения склада и связь их с ПО.</p>
2.2 Информационная система не адаптирована к требованиям склада.	
3. Оборудование	
<p>3.1 <i>Дефицит подъёмно-транспортной техники.</i></p>	<p>3. <i>Повышение оснащённости склада требуемым оборудованием:</i></p>
<p>3.2 <i>Отсутствие рампы для боковой разгрузки ТС.</i></p>	<p>3.1 Приобретение дополнительного подъёмно-транспортного оборудования:</p>
<p>3.1 <i>Несоблюдение различных формальностей со стороны клиента:</i></p> <p>3.1.1 Прибытие на склад с неполным комплектом документов и/или ошибки в их оформлении;</p> <p>3.1.2 Несоответствие между товарами в документе с фактически привезёнными;</p> <p>3.1.3 Нарушение целостности упаковки, пломб.</p>	<p>3.1.1 Поиск поставщика;</p> <p>3.1.2 Приобретение;</p> <p>3.2 Приобретение двухпарельной мобильной рампы:</p> <p>3.2.1 Поиск поставщика;</p> <p>3.2.2 Приобретение;</p> <p>3.2.3 Установка</p>
4. Процессы	
<p>4.1 <i>Длительное время отбора ТМЦ с мест хранения:</i></p> <p>4.1.1 Отсутствие стандартной процедуры отбора ТМЦ для комплектовщиков;</p> <p>4.1.2 Отсутствие ТМЦ на месте хранения;</p> <p>4.1.3 Нерациональное размещение ТМЦ на складе и отсутствие регламентов.</p>	<p>4. <i>Сокращение времени отбора ТМЦ с мест хранения:</i></p> <p>4.1 Проведения ABC-XYZ анализа с целью оптимизации размещения ТМЦ на складе;</p> <p>4.2 Разработка процедуры отбора ТМЦ для комплектовщиков;</p> <p>4.3 Подпись ячеек хранения.</p>
<p>5.2 <i>Низкий уровень управления складскими процессами.</i></p>	<p>5. <i>Повышение эффективности управления складскими процессами:</i></p> <p>5.1 Разработка укрупнённого перечня вех процессов на складе с разделением их на регулярные и периодические операции;</p> <p>5.2 Составление для каждой операции рабочей инструкции.</p>

**Практическая работа № 4
Назначение ответственных исполнителей**

Структура разбиения работ (СРР) служит основой для понимания членами команды состава и зависимостей работ по проекту. Однако весь проект и любая его часть могут быть выполнены только в процессе согласованной, скоордини-

рованной деятельности участников проекта. Наиболее важной информацией являются данные по персональной ответственности за выполняемые работы – матрица ответственности, в которой определяется, кто отвечает и за что. Она служит основой для решения проблем координации работ по проекту, выявления узких мест, где нет баланса между правами и обязанностями исполнителей.

Структурная схема организации (ССО) и матрица ответственности являются двумя инструментами, призванными помочь в создании команды, отвечающей целям и задачам проекта. ССО является описанием организационной структуры, необходимой для выполнения работ, определенных в СРР. Целью ССО является определение состава и распределение обязанностей исполнителей для работ.

Использование структуры управления в процессе построения матрицы ответственности представлено на рис. 5. Состав и порядок реализации работ во многом определяется организационной структурой организации и штатным расписанием. В данном случае автор должен определить, какие работы могут выполнять собственные сотрудники организации, а какие будут переданы на аутсорсинг.

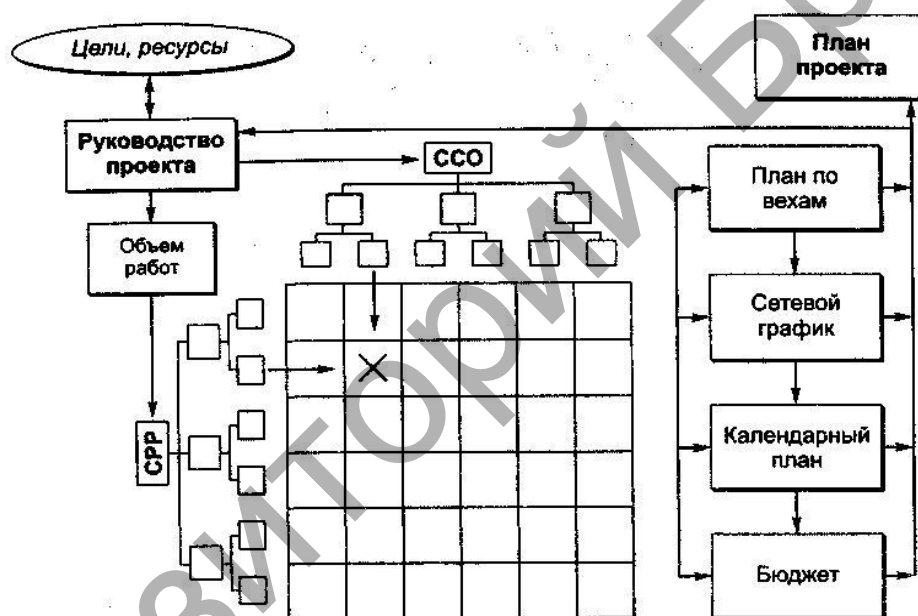


Рисунок 5 – Процесс заполнения матрицы ответственности

Матрица ответственности обеспечивает описание и согласование структуры ответственности за выполнение пакетов работ. Она представляет собой форму описания распределения ответственности за реализацию работ по проекту с указанием роли каждого из подразделений и исполнителей в их выполнении. Матрица содержит список пакетов работ СРР по одной оси, список подразделений и исполнителей, принимающих участие в выполнении работ, – по другой. Элементами матрицы являются коды видов деятельности (из заранее определенного списка структуры разделения работ) и/или стоимость работ.

Количество видов ответственности может быть различным в зависимости от специфики проекта и его организации, но в любом случае рекомендуется ограничиться небольшим набором легких для описания и понимания видов участия в выполнении работ. Например, наиболее важную роль в выполнении любой детальной работы играет непосредственно ответственный за ее выполнение, но в матрице должны быть отображены и те люди или организации, которые обес-

печивают поддержку работ непосредственного исполнителя, а также те, кто будет осуществлять оценку и приемку работ.

В табл. 3 показан пример матрицы ответственности. Роли в примере указывают вид участия подразделения в работе: Р – руководитель работы, И – исполнитель, П – приемка работ, К – консультант. В том случае, если один работник руководит работой, принимает ее результаты и консультирует, то он обозначается как руководитель (Р).

При разработке матрицы ответственности в нее включаются все мероприятия из структуры разделения работ, а из организационной структуры управления только те работники организации, которые будут участвовать в реализации проекта.

Матрица может также отображать виды ответственности конкретных руководителей за те или иные работы.

Назначение ответственных исполнителей проводится поэтапно от рабочей группы к команде проекта. Рабочая (инициативная) группа служит ядром будущей команды проекта, которая и доведет его до успешного окончания. Состав рабочей группы определяется целями и задачами проекта.

Таблица 3 – Пример части Матрицы ответственности – закрепление работ за исполнителями

Мероприятие	Отдел логистики	Начальник отдела логистики	Главный бухгалтер	Начальник склада	Юридический отдел	Отдел информационных технологий и связи	Начальник отдела информационных технологий и связи	ООО «АльянсСофт»	Отдел эксплуатации и МТС
5. Совершенствование информационного обеспечения склада:							р		
5.1 Доработка существующей WMS- системы						к		ии	
5.2 Выявление технических аспектов оснащения склада и связь их с ПО				к к		и			
6. Повышение оснащенности склада требуемым оборудованием:		р р							
6.1 Приобретение дополнительного подъемно-транспортного оборудования		р р							
6.1.1 Поиск поставщика	Ии		к						
6.1.2 Приобретение оборудования	ии								
6.2 Приобретение двухпараллельной мобильной рампы		рр							
6.2.1 Поиск поставщика	ии		к						
6.2.2 Приобретение рампы	ии								
6.2.3 Установка				к					ии

Практическая работа № 5 Разработка плана по вехам

Определение основных вех следует непосредственно после построения СРР и Матрицы ответственности. Вехи удобно использовать для согласования основных этапов разработки и реализации проекта, а также для анализа и контроля хода реализации проекта на соответствующих этим вехам уровнях управления. Так как для определения вех необходима минимальная, доступная в начале проекта информация, их можно использовать на самых ранних стадиях процесса планирования. На рисунке 6 планирование вех составляет начальную, наиболее обобщенную часть плана, который потом развертывается в укрупненный и, наконец, детальный график.

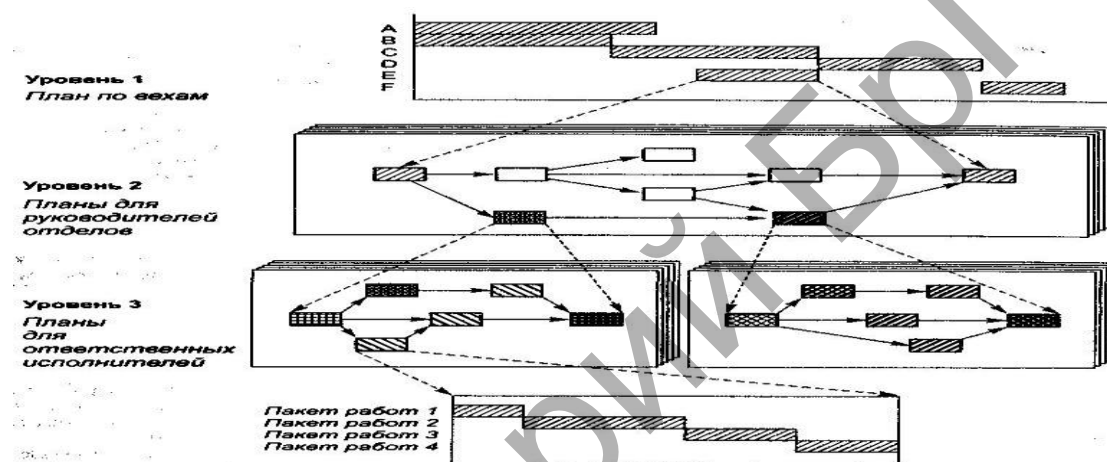


Рисунок 6 – Уровни планирования. От вех к пакетам работ

При определении вех используется информация о ключевых точках, стадиях и состояниях, через которые проходит проект в течение своего жизненного цикла. Вехи отмечают существенные, определяющие дальнейший ход развития проекта точки перехода. Поэтому вехи позволяют решать проблемы контроля, предоставляя набор естественных контрольных точек.

Разработку Плана по вехам рекомендуется производить путем укрупнения и аккумуляции работ (мероприятий) по одному из трех критериев:

1. По исполнителям. Это самый простой способ и чаще всего пользуются им. В этом случае из Матрицы ответственности по очереди берутся исполнители и фиксируются все мероприятия (работы, консультации, приемки работ др.), в которых данный работник является исполнителем. Пример представлен в табл. 4.

2. По специфическим активам. Этот способ применяется, когда в проекте используется специфическое, дорогое, ограниченное, очень редкое оборудование, которое создает «узкое горло» проекта. В этом случае План по вехам строится от плана использования данного специфического актива.

3. По плану обеспечения ресурсами. Применяется, когда ограничением проекта является какой-либо ресурс (например, жесткий график финансирования, ограниченное использование высококвалифицированного внешнего работника).

Таблица 4 – Элемент Плана по вехам, сгруппированного по исполнителям

Исполнитель работы	Перечень работ
1. Начальник отдела охраны	1. Разработка положения о проведении инструктажа о последствиях воровства при приёме на работу персонала
2. ООО «АльянсСофт»	1. Доработка существующей WMS-системы
3. Отдел эксплуатации и МТС	1. Установка рампы
4. Сотрудник отдела логистики	1. Разработка нормативов по количеству персонала для каждой операции складского процесса 2. Разработка положения о внедрении графиков распределения персонала по операциям на складе

На основании составленного Плана по вехам разрабатывается Структурный план проекта, который является отправной точкой для разработки сетевых и календарных планов будущего проекта. Для разработки Структурного плана требуется определить время выполнения каждого мероприятия плана: каждого вида работ, контроля и приемки их результатов. При разработке рекомендуется применять идентификаторы работ (мероприятий) проекта. Автор сам может выбрать алгоритм и способ идентификации (буквенный, цифровой, структурный, смешанный), чтобы в дальнейшем полученный календарные и сетевые графики получились более информативными. Например, буква должности работника и номер работы по проекту – НС-2 (вторая работа начальника склада), К-3 (третья работа кладовщика) или 2.3.1 – номер из Структуры разделения работ (табл.5).

Таблица 5 – Часть Структурного плана проекта

№ ID	Мероприятие	№ ID предыдущего	Δt	Исполнитель
О-1	Разработка положения о проведении инструктажа о последствиях воровства при приёме на работу персонала	0	10 дней	Начальник отдела охраны
А-1	Доработка существующей WMS-системы	0	60 дней	ООО «АльянсСофт»
МТС-1	Установка рампы	0	1 день	Отдел эксплуатации и МТС
Л1	Разработка нормативов по количеству персонала для каждой операции складского процесса	0	5 дней	Сотрудник отдела логистики
Л2	Разработка положения о внедрении графиков	Л1	5 дней	Сотрудник отдела логистики

Лабораторная работа № 1 Сетевое планирование

Структурный план проекта является основанием для построения сетевого графика.

Сетевой график (сеть, граф сети, PERT-диаграмма) – графическое отображение работ проекта и зависимостей между ними. В планировании и управлении проектами под термином «сеть» понимается полный комплекс работ и вех проекта с установленными между ними зависимостями.

Сетевые диаграммы отображают сетевую модель в графическом виде как множество вершин представляющих некоторое «событие», работа представля-

ется в виде линии между двумя событиями (узлами графа), которые в свою очередь отображают начало и конец данной работы. PERT-диаграмма является примером этого типа диаграмм (рис. 7).

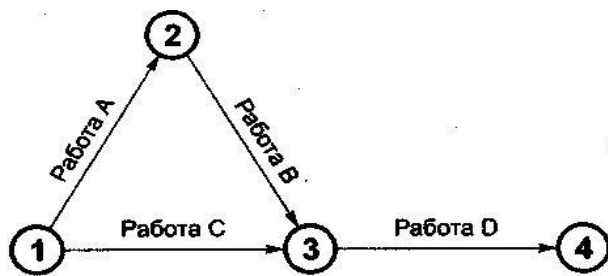


Рисунок 7 – Фрагмент сети «вершина — событие»

Методы сетевого планирования – методы, основная цель которых заключается в том, чтобы сократить до минимума продолжительность проекта. Основываются 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).

Критический путь – максимальный по продолжительности полный путь в сети; работы, лежащие на этом пути, также называются критическими. Именно длительность критического пути определяет наименьшую общую продолжительность работ по проекту в целом.

Полный резерв времени, или запас времени, – это разность между датами позднего и раннего окончаний (начал) работы. Управленческий смысл резерва времени заключается в том, чтобы при необходимости урегулировать технологические, ресурсные или финансовые ограничения проекта, он позволяет руководителю проекта задержать работу на этот срок без влияния на срок завершения проекта в целом. Работы, лежащие на критическом пути, имеют временной резерв, равный нулю.

Процесс разработки сетевой модели включает:

- определение списка работ проекта;
- оценку параметров работ;
- определение зависимостей между работами.

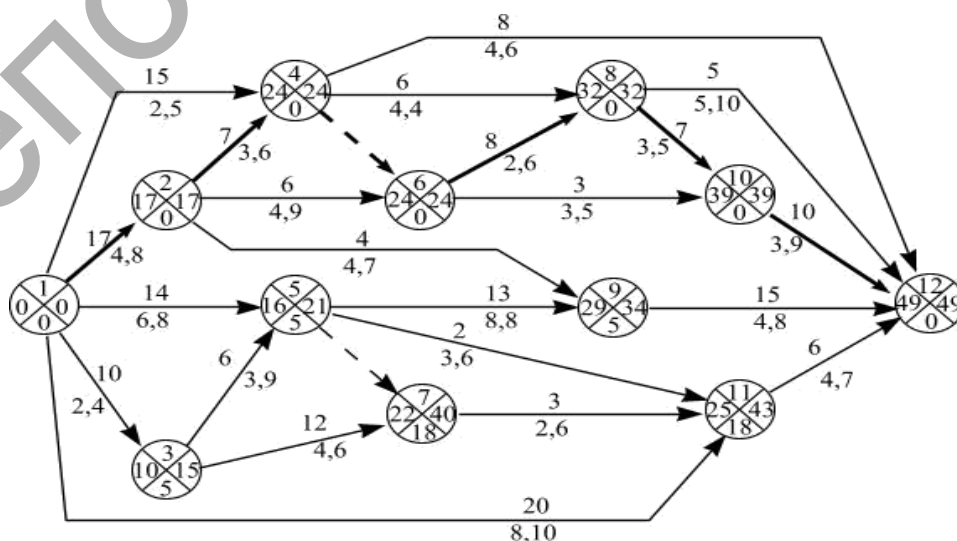


Рисунок 8 – Сетевой график

Определение комплекса работ проводится для описания деятельности по проекту в целом, с учетом всех возможных работ. Работа является основным элементом сетевой модели. Под работами понимается деятельность, которую необходимо выполнить для получения конкретных результатов. Пакеты работ определяют деятельность, которую необходимо осуществить для достижения результатов проекта, которые могут выделяться вехами.

Прежде чем начать разработку сетевой модели, необходимо убедиться, что на нижнем уровне структурного плана проекта определены все работы, обеспечивающие достижение всех частных целей проекта. Сетевая модель образуется в результате определения зависимостей между этими работами и добавления связующих работ и событий. Связующие работы, возможно, и не требуют получения какого-либо материального конечного результата, например работа «организация исполнения».

Оценка параметров работ является ключевой задачей. Ценность календарных графиков, стоимостных и ресурсных планов, получаемых в результате анализа сетевой модели, полностью зависит от точности оценок продолжительности работ, а также оценок потребностей работ в ресурсах и финансовых средствах.

Оценки должны производиться для каждой детальной работы, а затем могут быть агрегированы и обобщены по каждому из уровней структурного плана работ проекта.

Продолжительность (длительность) работы определяет время, которое предполагается затратить на ее выполнение. Оценки длительности каждой детальной работы выполняются на основе предыдущего опыта и количества планируемых на работу исполнителей.

Основными являются два типа работ:

- **работа с фиксированной продолжительностью** имеет определенную длительность, которая не зависит от количества назначенных ей ресурсов: нельзя ускорить выполнение работы, назначив, например, вдвое больше исполнителей, поскольку существуют факторы, влияющие на длительность работы, но не зависящие от количества исполнителей;

- **работа с фиксированным объемом** имеет длительность, зависящую от количества назначенных исполнителей (ресурсов). Таким образом, для работ, продолжительность которых зависит от количества доступных ресурсов, возможен вариант непосредственного расчета длительности исходя из информации о требуемых объемах работ (например, в человеко-днях) и количестве доступных ресурсов. В этом случае увеличение числа исполнителей приведет к сокращению времени выполнения работы.

- **ожидание** – деятельность, которая требует затрат времени, но не требует затрат ресурсов, например, ожидание погрузки, твердение бетона и т.д.

- **зависимость (фиктивная работа)** – не требует затрат времени и затрат ресурсов, показывает, что выполнение последующей работы не может начаться, пока не наступит предыдущее событие (завершение всех предыдущих работ от которых зависит данная).

Определение зависимостей между работами необходимо для расчета календарного графика по МКП. Связь предшествования отображает в расписании логическую зависимость между работами. Наиболее частой причиной таких за-

зависимостей являются технологические ограничения (начало одних работ зависит от результатов других), хотя возможны и ограничения, диктуемые другими соображениями. Эти связи образуют структуру сети. Совокупность взаимосвязей между работами определяет последовательность выполнения работ. В соответствии с установленными связями работы делятся на предшествующие и последующие. Предшествующая работа является обеспечивающей для последующей; таким образом, для начала выполнения последующей работы, требуется выполнение всех предшествующих.

Завершающим этапом определения зависимостей является проверка с целью исключения «петель» (рисунок 3) и других логических ошибок. После построения структуры сети и выполнения оценок продолжительностей работ руководитель проекта имеет все необходимое для расчета календарного графика по МКП.

Календарное планирование по МКП требует определенных входных данных. После их внесения с сетевой график производится процедура прямого и обратного прохода по сети и вычисляется выходная информация.

Для расчета календарного графика по МКП берутся следующие данные из структурного плана проекта (плана проекта по вехам):

- набор работ;
- зависимости между работами;
- оценки продолжительности каждой работы;
- календарь рабочего времени проекта (в наиболее общем случае возможно задание собственного календаря для каждой работы);
- календари использования ресурсов;
- ограничения на сроки начала и окончания отдельных работ или этапов;
- календарная дата начала проекта.

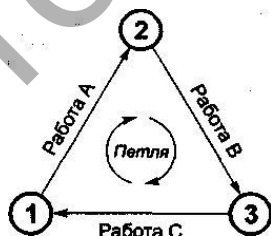


Рисунок 9 – Пример петли в сетевой модели

При наличии входных данных производится процедура расчета расписания вперед и назад и вычисляется выходная информация.

Расчет расписания вперед начинается с работ, не имеющих предшественников. В его ходе определяются **ранние даты** работ, под которыми понимаются наиболее ранние возможные сроки начала и окончания работ при условии, что предыдущие работы завершены:

$$\text{Раннее начало} + \text{Продолжительность работы} = \text{Раннее окончание} \quad (1)$$

Расчет расписания назад начинается с работ, не имеющих последователей. В его ходе определяются **поздние даты** работ, под которыми понимаются наиболее поздние возможные сроки начала и окончания работ при условии, что дата завершения проекта не будет задержана:

$$\text{Позднее окончание} — \text{Длительность} = \text{Позднее начало} \quad (2)$$

На основании рассчитанных ранних и поздних дат начала работ определяются величины временных резервов для каждой работы.

Полный резерв является наиболее значимым из всех резервов. Он представляет собой время, на которое может быть задержана дата завершения работы без задержки планового срока завершения проекта. Свободный резерв показывает время, на которое может быть задержано выполнение работы без ущерба для полного резерва последующих работ сети (без задержки их раннего начала).

Результаты вычислений по МКП позволяют получить:

- общую продолжительность выполнения проекта и календарную дату его окончания. Для выявления приемлемых результатов с точки зрения целей проекта возможно проведение дальнейшей оптимизации сетевого графика по сценарию «что, если»;
- работы, лежащие на критическом пути. Любая задержка таких работ приведет к задержке даты завершения проекта. Все критические работы имеют резерв времени, в общем случае равный нулю, что означает, что их ранние и поздние сроки выполнения совпадают;
- ранние и поздние календарные даты начала и окончания каждой работы. Анализ по МКП не требует установки жестких дат начала работ, не лежащих на критическом пути. В отличие от критических работ они могут быть запланированы на любое время между их ранними и поздними датами.

Лабораторная работа № 2 Диаграмма Ганта

Диаграмма Ганта – горизонтальная линейная диаграмма, на которой задачи проекта представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания, задержками и, возможно, другими временными параметрами.

Диаграмму Ганта можно построить, используя следующие программы:

- PERT-диаграмма
- MS Project
- GanttProject
- ProjectLibre
- OpenProjectj
- GTD
- Microsoft Excel



Рисунок 10 – Фрагмент диаграммы Ганта

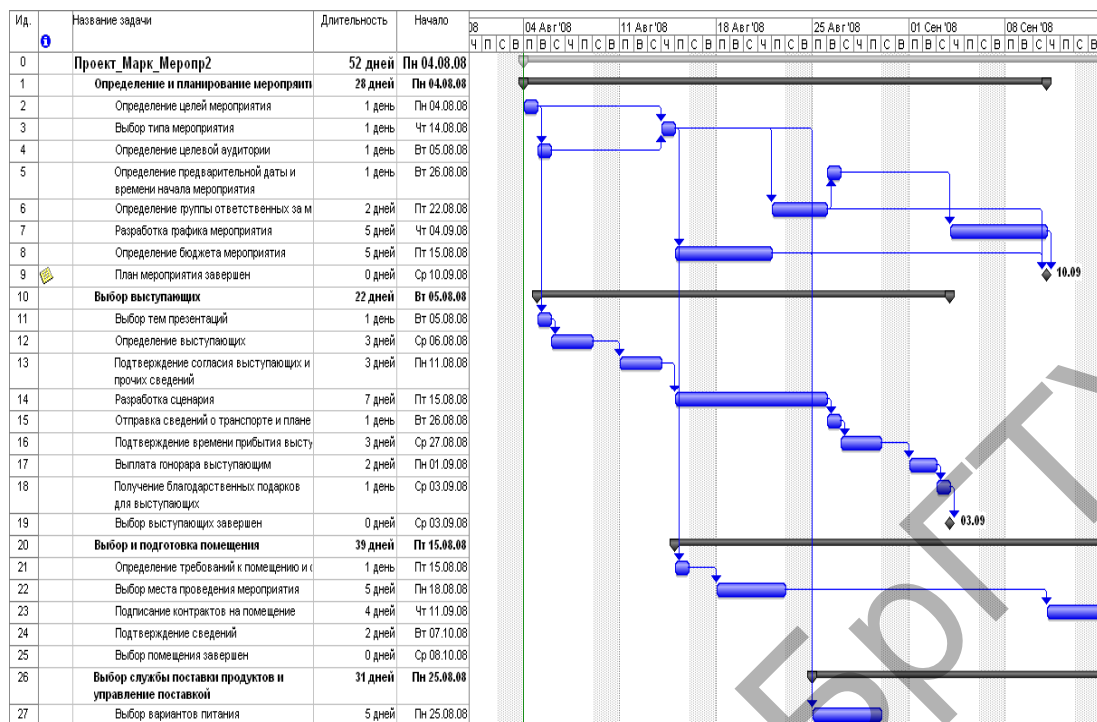


Рисунок 11 – Диаграмма Ганта

Лабораторная работа № 3 Определение затрат по проекту

При реализации проекта потребляются различные ресурсы, для упорядочивания, расчета потребности, планирования потоков их использования и расчета расходов на их привлечение и хранение целесообразно структурировать их на следующие группы:

1. Приобретаемое оборудование (долгосрочные активы);
2. Материальные ресурсы (краткосрочные активы);
3. Трудовые ресурсы (сотрудники организации и привлеченные);
4. Услуги сторонних организаций (аутсорсинг процессов проекта и другие нематериальные расходы).

Проект может содержать как все виды данных ресурсов, так и лишь некоторые из них. Проектов без потребления ресурсов не существует.

1. В проекте обосновывается выбор и приобретение необходимого оборудования, машин, механизмов, агрегатов, транспортных средств и других основных фондов. Сравниваются аналоги, экономически обосновывается выбор данного объекта. Приобретаемые объекты вносятся в таблицу 6.

Таблица 6 – Расчёт расходов на оборудование

№ работы (ID)	Наименование оборудования	Количество, ед.	Стоимость, бел. руб.	Дата оплаты расходов
Л2-2	Мобильная рампа	1	7 600	14.04.2017
Л2-4	Электропогрузчик	4	100 000 98 912	17.04.2017 06.05.2017
Общие расходы на оборудование:			206 512	

2. Расчет расходов материальных ресурсов производится по аналогии с расчетом расходов на оборудование. Результаты анализа заполняются в виде таблицы 7.

Таблица 7 – Расчёт расходов материальных ресурсов

№ работы (ID)	Наименование материальных ресурсов	Количество, ед.	Стоимость бел. руб.,	Дата оплаты расходов
C1-2	Спецодежда	15 шт.	150	11.03.2017
C1-1	Канцелярские принадлежности	1 комплект	275	06.04.2017
Общие расходы на оборудование:			425	

3. Основой реализации разработанного проекта являются трудовые ресурсы, поэтому в обязательном порядке рассчитываются расходы на реализацию проекта, связанные с оплатой труда. В таблице 8 представлена справочная информация о заработной плате сотрудников организации, занятых в реализации проекта, в зависимости от занимаемой должности.

В дальнейшем рассчитываются расходы на трудовые ресурсы по проекту.

Таблица 8 – Заработная плата, бел. руб./день

№	Должность	Заработная плата, бел. руб./день
1	Главный бухгалтер	65
2	Директор филиала	98
3	Начальник отдела охраны	60
4	Начальник склада	60
5	Сотрудники отдела эксплуатации и МТС	25
6	Сотрудник отдела информационных технологий и связи	55
7	Сотрудник отдела кадров	40
8	Сотрудник отдела логистики	45
9	Сотрудник склада	30
10	Сотрудник экономического отдела	40
11	Сотрудник юридического отдела	45

При этом нужно учитывать следующие особенности оплаты труда собственных и внешних привлеченных работников:

1. Если в проекте занят собственный работник предприятия, который выполняет мероприятия проекта в свое основное рабочее время, то он получает зарплату за свою работу, и основную оплату его труда по проекту планировать не нужно. Для повышения мотивации результатов его участия в проекте таким работникам можно запланировать премию (определенный процент от заработной платы из таблицы 8).

2. Если в проекте занят собственный работник предприятия, который выполняет мероприятия проекта в свободное от работы время, то ему нужно планировать основную оплату, для повышения мотивации результатов его участия в проекте можно также запланировать премию (размер оплаты и премии определяется на основании его заработной платы из таблицы 3).

3. Если в проекте участвует внешний сотрудник (не являющийся работником данного предприятия), оплата его работы по проекту осуществляется аналогично пункту 2. Расходы на труд представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Расчет расходов на труд

Исполнитель	№ работы (ID)	t, дней	Сумма расходов, бел.руб.
<i>1. Собственные сотрудники предприятия:</i>			
Начальник отдела охраны	О-1	10	120,00
Отдел эксплуатации и МТС	МТС-1	1	15,00
Сотрудник отдела информационных технологий и связи 1	ИТ1-1	60	660,00
Сотрудник отдела информационных технологий и связи 2	ИТ2-1	25	275,00
Сотрудник отдела логистики 2			
	Л2-2	2	
	Л2-3	5	
	Л2-4	2	
	Л2-5	10	
	Л2-6	1	
Итого		25	225,00
Сотрудник склада	С-1	5	30,00
Сотрудник экономического отдела	Э-1	10	
	Э-2	10	
Итого:		20	160,00
Сотрудник юридического отдела	Ю-1	10	
	Ю-2	10	
Итого:		20	180,00
<i>2. Привлечённый труд:</i>			
Специалист по информационным технологиям	А-1	60	6468,00
Общие расходы на оплату труда			9421,00

Расходы на трудовые ресурсы включают расходы на оплату труда и платежи в Фонд социальной защиты населения, которые принимаются за 34% от общих расходов на оплату труда. Расчет производится по формуле:

$$\text{Расходы на трудовые ресурсы} = \text{Общие расходы на оплату труда} * 1,34 \quad (3)$$

4. Расходы на услуги сторонних организаций в реализации проекта включаются путем учета стоимости по договорам (прайс-листам), заключенным с данными организациями. Результаты заносятся в таблицу 10.

Таблица 10 – Расчёт расходов услуг сторонних организаций

№ работы (ID)	Предмет договора	Исполнитель	Стоимость, бел. руб.	Дата оплаты расходов
И2-1	Установка WMS системы, монтаж - сети, обучение сотрудников	ООО «Актуальные решения»	30000 16500	17.02.2017 06.05.2017
Общие расходы на оборудование			46500	

Анализ затрат по проекту завершается суммированием всех четырех видов расходов и построение графика использования ресурсов.

Суммарные затраты по проекту рассчитываются по формуле:

$$ЗПр = ЗО + ЗМ + ЗТ + ЗСУ \quad (4)$$

где ЗПр – суммарные затраты по проекту;
ЗО – затраты на оборудование;
ЗМ – затраты на материальные ресурсы;
ЗТ – затраты на трудовые ресурсы;
ЗСУ – затраты на услуги сторонних организаций.

График использования ресурсов строится с использованием компьютерных комплексов (например, Microsoft Project, Open Project или др.) или нарисованных вручную. В таблицу вносятся все расходы по проекту с указанием времени использования каждого ресурса.

Лабораторная работа № 4 **Управление рисками логистического проекта**

Реализация любых проектов сопровождается неполным знанием ситуации, воздействием случайных факторов, а также «нерасчетными действиями» и прямым противодействием со стороны внешней среды или даже самих участников проекта.

Все это – неопределенности, которые, в свою очередь, порождают риски – возможность неблагоприятных изменений в проекте, ведущих к тем или иным ущербам.

Управление рисками в проекте включает в себя:

- выявление и классификацию рисков, сопутствующих выполнению проекта;
- количественный анализ рисков;
- разработку мер по нейтрализации рисков.

Практический смысл имеет классификация рисков по следующим группам:

Внешние риски по отношению к проекту:

- а) политические (например, риск смены политического руководства, что может быть критичным для проектов с государственным участием);
- б) экономические (риск высокой инфляции, дефолта, неблагоприятных изменений экономического законодательства);
- в) социальные (например, риск забастовок);
- г) природно-экологические.

Внутренние риски по отношению к проекту:

- а) риски внешней проектной среды – «политические» изменения в кругу участников проекта (смена руководства в компаниях-участниках проекта, изменение руководящих приоритетов и т.д.);- неверная оценка спроса на услуги создаваемой системы (риск невыхода системы на расчетные объемы);- риск неверной оценки поведения внешних партнеров или конкурентов;- риск неблагоприятных изменений конъюнктуры на целевых рынках

- б) риски внутренней проектной среды – риск несвоевременного завершения проекта; – риск перерасхода проекта бюджета; – риски отказов оборудования; –

риски ухода из команды ведущих сотрудников проекта; – риски внутренних конфликтов и т.п.

После того, как проведено выявление и классификация рисков, в целях количественной оценки рисков и подготовки мер по их предотвращению для каждого риска формируется схема.

Количественная оценка рисков проектов – достаточно сложная задача, которая связана с необходимостью сбора большого количества информации, как о внешней среде, так и о характеристиках оцениваемого проекта, построения специальных экономико-математических моделей, использования ЭВМ и специализированного ПО. Кроме того, количественная оценка рисков требует высокой квалификации, знаний и навыков персонала, а также временных затрат. Поэтому количественная оценка рисков осуществляется только для наиболее значимых рисков, которые потенциально могут оказать сильное влияние на достижение целей проекта.

Целью количественной оценки являются численное определение влияния реализации рисков на цели проекта, оценка вероятности достижения целей, а также размеров временных и ресурсных резервов, необходимых для их достижения с определенным уровнем уверенности.

Прежде чем приступать к собственно количественной оценке рисков, необходимо построить финансовую или сетевую модель проекта, позволяющую рассчитывать основные целевые показатели проекта, на которые могут оказывать влияние факторы риска. Можно выделить следующие основные группы таких показателей:

- финансово-экономические (чистый дисконтированный доход, внутренняя норма доходности, индекс рентабельности, период окупаемости);
- временные (сроки завершения проекта, его отдельных фаз и работ);
- качественные, которые определяются спецификой проекта.

На основе разработанных моделей проекта можно проводить количественную оценку рисков. Существует несколько подходов к проведению количественной оценки рисков, среди которых можно выделить анализ чувствительности, анализ сценариев, анализ деревьев решений и имитационное моделирование.

Анализ чувствительности представляет собой упорядоченный процесс варьирования наиболее важных параметров проекта и оценки их влияния на эффективность проекта. В процессе анализа устанавливается, в какой степени изменение каждого фактора риска отражается на исследуемой цели проекта, при условии, что остальные факторы принимают базовые значения. Первый шаг анализа чувствительности – определение целевых показателей, а также факторов риска, влияние которых будет оцениваться. Как правило, определение рискованных параметров проводится в процессе качественной оценки рисков.

Пример. Рассмотрим проект, упрощенная финансовая модель которого приведена в табл. 11. Для начала производственной деятельности необходимо закупить оборудование стоимостью 3000 тыс. руб. и производительностью 40 единиц продукции в год. Ожидаемая цена реализации единицы продукции составляет 50 тыс. руб., операционные затраты – 700 тыс. руб. в год, ставка дисконтирования – 10%, расчетный период – 3 года.

Расчет денежных потоков проекта

Таблица 11 – Пример проекта

Показатель	Период			
	0	1	2	3
Капитальные вложения, тыс. руб.	3000			
Объем производства и реализации, шт.		40	40	40
Цена реализации продукции, тыс. руб.	50	50	50	50
Выручка, тыс. руб.		2000	2000	2000
Операционные затраты, тыс. руб.		700	700	700
Денежный поток, тыс. руб.	-3000	1300	1300	1300
Дисконтированный денежный поток, тыс. руб.	-3000	1181,8	1074,4	976,7

Возьмем в качестве целевого показателя NPV (net present value – чистая приведенная стоимость) проекта, ожидаемое значение которого в данном примере составляет 232,9 тыс. руб., а в качестве факторов риска – цену реализации продукции, размер капитальных вложений и операционных затрат. Далее необходимо рассчитать, как будет изменяться NPV при изменении этих показателей, например, на 10, 20 или 30%. Полученные результаты можно изобразить графически в виде зависимости NPV проекта от изменения значений рискованных переменных (рис. 12).

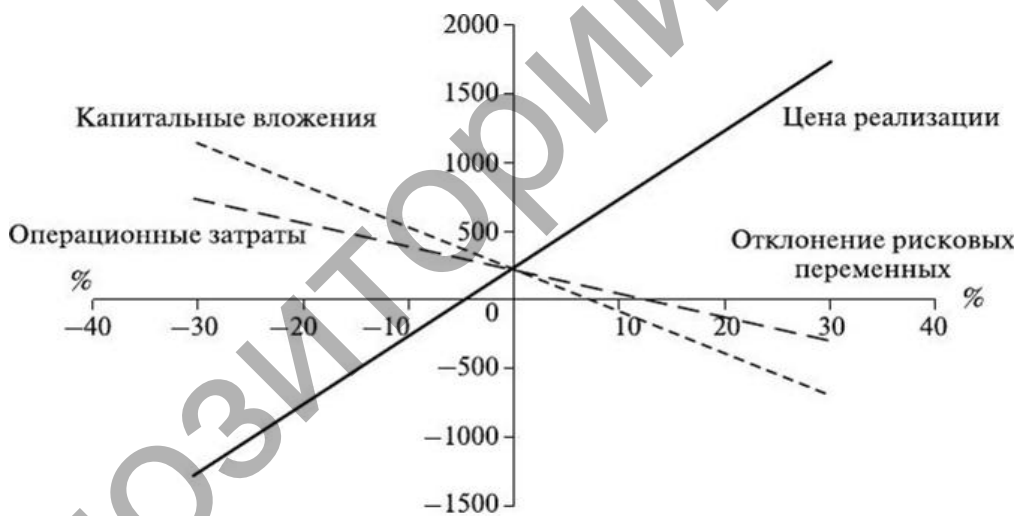


Рисунок 12 – Графики результатов анализа чувствительности

Чем круче наклон прямой, отражающей зависимость NPV от отклонения того или иного рискованного параметра, тем более чувствителен проект к его изменению и, следовательно, тем существеннее данный фактор риска. Как следует из рис. 13.10, NPV проекта наиболее чувствителен к изменению цены реализации, несколько менее реагирует на изменение капитальных вложений, а наименьшая чувствительность среди рассматриваемых факторов – к изменению операционных затрат.

Количественно оценить чувствительность можно с помощью коэффициента эластичности, который показывает, на сколько процентов изменится значение целевого показателя при изменении значения фактора риска на 1%, и рассчитывается по следующей формуле:

$$E = \frac{NPV_1 - NPV_0}{NPV_0} \div \frac{X_1 - X_0}{X_0}, \quad (5)$$

где X_0 – базовое значение варьируемого параметра;

X_1 – измененное (на 1 % значение варьируемого параметра);

NPV_0, NPV_1 – соответственно базовое и изменившееся значение NPV проекта.

Рассчитаем, на сколько, изменится NPV проекта при изменении факторов риска на 1%, и определим коэффициенты эластичности (табл. 12).

Расчет коэффициентов эластичности

Таблица 12 – Расчет параметров

Фактор риска	Изменение фактора риска, %	Изменение М>У, %	Коэффициент эластичности	Рейтинг
Цена реализации	-1	-21,4	21,4	1
Капитальные вложения	1	-12,9	-12,9	2
Операционные затраты	1	-7,5	-7,5	3

Значения коэффициентов эластичности подтвердили выводы, полученные при графическом анализе результатов чувствительности. Наибольшее влияние на NPV проекта оказывает изменение цены реализации. В случае падения цены на 1% NPV проекта снизится на 21,4%. Значительно менее чувствителен проект к изменению капитальных вложений и операционных затрат, при росте которых на 1% NPV проекта снизится на 12,9 и 7,5% соответственно.

Еще один важный показатель риска проекта, наряду с коэффициентами эластичности, – значения критических точек (точек безубыточности), т.е. таких значений факторов риска, при которых проект балансирует на грани эффективности. Рассчитав для нашего примера такие значения рискованных параметров, при которых NPV проекта станет равным нулю, получим следующие результаты: критическое значение цены реализации – 47,66 тыс. руб., критическое значение капитальных вложений – 3232,9 тыс. руб., а критическое значение операционных затрат – 793,66 тыс. руб. Таким образом, запас прочности проекта к изменению цены, т.е. максимальное падение цены, при котором проект все еще останется экономически эффективным, составляет 4,7%. Для капитальных вложений и операционных затрат запас прочности, т.е. максимально допустимое увеличение, равен 7,8 и 13,4% соответственно.

Проведение анализа чувствительности как этапа количественной оценки рисков позволяет выявить наиболее значимые факторы риска с точки зрения влияния на целевые показатели проекта; количественно, через коэффициенты эластичности, оценить их влияние на экономическую эффективность проекта, а также оценить критические значения этих параметров (точки безубыточности). Также в процессе анализа чувствительности может быть рассчитан запас прочности проекта по рассматриваемым параметрам: чем больше запас прочности, т.е. максимально допустимое отклонение варьируемых параметров от базового (прогнозного) значения, тем менее рискованным является проект, и наоборот.

Среди основных преимуществ анализа чувствительности можно выделить простоту расчетов, объективность и интуитивную понятность получаемых результатов, легкость их интерпретации, а также возможность наглядного представления. Проведение анализа чувствительности можно осуществить в достаточно короткие сроки, он не требует глубоких математических и статистических знаний и навыков у исполнителей, а также может быть проведен без применения специализированных программных продуктов.

Главный недостаток анализа чувствительности – его однофакторность, поскольку при его проведении варьируется только один параметр, а остальные остаются неизменными на базовом (прогночном) уровне. Таким образом, полученные оценки справедливы лишь при изолированном рассмотрении влияния того или иного параметра на целевые показатели проекта либо в случае, когда рассматриваемые параметры не зависят друг от друга или связь между ними незначительна. Однако в действительности между варьируемыми факторами риска может быть достаточно сильная связь (корреляция), и если ее не учесть, то это приведет к искажению полученных оценок.

Анализ сценариев – это реалистичное описание возможной ситуации в будущем, основанное на предположении об изменении ряда значимых факторов, а также учитывающее взаимозависимость этих факторов. Анализ сценариев является развитием анализа чувствительности, позволяющим избежать его главных недостатков – однофакторности и невозможности учета взаимосвязи (корреляции) анализируемых факторов риска. Это становится возможным благодаря тому, что, во-первых, в процессе разработки сценариев изменению могут подвергаться одновременно все рассматриваемые факторы риска, а во-вторых, поскольку отклонения факторов риска в том или ином сценарии определяются с учетом их взаимосвязи (корреляции).

Анализ сценариев может проводиться как по упрощенной схеме, посредством определения всего двух возможных сценариев – «наилучшего» и «наихудшего», так и с использованием большего количества возможных состояний неопределенной среды и проекта в будущем. Далее анализируются показатели проекта для различных сценариев, устойчивость проекта к изменениям факторов риска, а также определяется эффективность реализации проекта в целом и по отдельным сценариям.

Для проведения анализа сценариев сначала необходимо определить целевые показатели эффективности проекта и факторы риска, затем установить, существует ли между факторами риска взаимосвязь, и в случае ее наличия оценить ее экспертно или на основе статистики. После чего можно переходить к формированию сценариев, т.е. определить возможные комбинации значений факторов риска в будущем с учетом их зависимостей. Сформируем три возможных сценария развития событий для примера, рассмотренного выше. Предположим, что изменение цены реализации продукции может быть вызвано общим изменением уровня цен в экономике. Следовательно, при изменении цены продукции могут измениться и размеры капитальных вложений и операционных затрат, причем при росте цены они также вырастут, и наоборот. Ввиду того, что цены

товаров подвержены большим колебаниям, нежели стоимость оборудования, зарплата сотрудников, стоимость материалов и проч., предположим, что изменение размера капитальных вложений и операционных затрат будет в 2 раза меньше изменения цены реализации продукции. Параметры сформированных сценариев представлены в табл. 13.

Таблица 13 – Оценка параметров различных сценариев развития проекта

Сценарий	Изменение цены реализации, %	Изменение капитальных вложений, %	Изменение операционных затрат, %	NPV, тыс. руб.	Вероятность, %
Оптимистичный	10	5	5	493,3	25
Базовый	0	0	0	232,9	50
Пессимистичный	-20	-10	-10	287,8	25

Допустим также, что оцененные вероятности реализации сценариев составили 50% для базового сценария и по 25% для оптимистичного и пессимистичного сценариев. В этом случае становится возможным получить не только значения NPV проекта в каждом из сценариев, но и рассчитать его ожидаемое значение, определяемое как сумма произведений NPV в каждом сценарии на вероятность его реализации:

$$NPV_{ож} = NPV_1 \times P_1 + NPV_2 \times P_2 + \dots + NPV_n \times P_n, \quad (6)$$

где NPV_1, \dots, NPV_n – значение NPV проекта в $г$ -м сценарии;

P_1, \dots, P_n – вероятность реализации $г$ -го сценария;

n – количество сценариев.

В нашем примере ожидаемое значение n проекта составило 167,8 тыс. руб., из чего можно сделать вывод об экономической эффективности проекта. Однако с точки зрения анализа рисков необходимо отметить, что с вероятностью 25% могут реализоваться неблагоприятные события, которые приведут к снижению NPV ниже нуля, т.е. сделают проект убыточным.

Основными преимуществами сценарного подхода по сравнению с анализом чувствительности являются: во-первых, получение диапазона возможных значений результатов проекта по нескольким сценариям; во-вторых, возможность одновременного учета нескольких факторов риска; а также существующих взаимозависимостей (корреляции) между ними, наконец, возможность расчета ожидаемого значения NPV, вероятность его отклонения в ту или иную сторону и реализации неэффективных инвестиций. За счет этих преимуществ сценарный анализ позволяет повысить точность количественной оценки рисков.

Однако, несмотря на перечисленные преимущества, сценарный подход обладает рядом заметных недостатков. Прежде всего, результаты анализа сценариев сильно зависят от качества прогнозов относительно вариантов будущего развития событий, осуществляемых на стадии разработки сценариев. В случае неточности параметров выделенных сценариев результаты, полученные в процессе их анализа, будут нерелевантными и могут привести к ошибочным управленческим решениям. Кроме того, разработанные сценарии должны мак-

симально полно охватывать весь спектр возможных событий. В противном случае станет невозможной оценка вероятностей реализации того или иного сценария, а также появится риск оставить неучтенными события, которые могут существенно повлиять на эффективность выполнения проекта. В связи с этим недостатком сценарного подхода является ограниченное количество сценариев, подлежащих детальному рассмотрению, ввиду трудоемкости их разработки и оценки эффективности проекта в каждом из них.

Анализ деревьев решений – это инструмент структурирования рисков ситуации в виде иерархии или дерева. Такое представление особенно эффективно, когда риски проекта принимают дискретную форму и возникают последовательно в ходе принятия решения и реализации проекта. Помимо различных вариантов развития рисков ситуаций дерево решений учитывает принимаемые менеджментом решения, также определяющие дальнейший ход проекта.

Для построения дерева решений необходимо определить элементы, из которых оно состоит. К ним относятся корневой узел, узлы принятия решений, узлы событий и конечные узлы. Корневой узел является началом дерева решений и, как правило, представляет собой решение о реализации проекта («реализовать, или отказаться от реализации») или о выборе между несколькими проектами. Узлы решений (изображаемые на дереве в виде квадратов или прямоугольников) обозначаются точками, в которых необходимо сделать выбор из некоего количества возможных альтернатив, определяющих дальнейший ход реализации проекта. В целях анализа и управления рисками в качестве узлов решений могут выступать точки выбора тех или иных антирисковых мероприятий. Узлы событий (изображаются в виде кругов) отражают имеющиеся рискованные ситуации в проекте и варианты развития событий, связанных с соответствующими рисками. В конечных узлах (изображаются в виде треугольников) отображаются результаты принятых на предыдущих этапах решений и реализовавшихся рискованных событий. Конечные узлы с рассчитанными результатами определяются для всех возможных комбинаций реализовавшихся рискованных событий и принятых решений.

Пример дерева решений приведен на рис. 13. Представим ситуацию, когда у компании имеется возможность инвестировать в разработку новой технологии. Требуемые инвестиции составляют 100 млн руб., а вероятность того, что результат исследований окажется положительным, составляет 50%, в противном случае компания потеряет все вложенные средства. Если исследования завершатся успехом и технология будет разработана, компания сможет организовать на ее основе производство нового продукта. Однако у нее появится выбор между строительством завода большой мощности (инвестиции — 300 млн руб.) и завода малой мощности (инвестиции — 100 млн руб.). При этом доходы от производства и реализации нового товара будут зависеть не только от размера завода, но и от рыночных факторов. В случае если спрос на товар окажется высоким, доходы от его продажи составят 700 млн руб. при большом объеме производства и 300 млн руб. при малом объеме производства. В случае если спрос на товар окажется низким, доходы от его продажи составят 350 млн руб. при

большом объеме производства и 150 млн руб. – при малом. Вероятности высокого и низкого спроса равны. Временная стоимость денег не учитывается.

Построив дерево, которое включает два узла решений (об инвестициях в разработку технологий и о размере инвестиций в производственные мощности) и два узла случайных событий, отражающих технологический и рыночный риск, необходимо оценить денежные потоки – как положительные, так и отрицательные – для различных сценариев развития проекта.

Заключительным этапом анализа дерева решений является решение дерева в обратном направлении, от конечных узлов к корневому. Для этого необходимо рассчитать ожидаемые денежные потоки для всех узлов, начиная с конца. Ожидаемым значением денежных потоков для узлов событий является средневзвешенное по вероятности значение всех возможных исходов. Для узлов решений сначала рассчитывается ожидаемое значение для каждой ветви, а затем ветвь с максимальным значением денежных потоков выбирается в качестве оптимального решения (другие ветви исключаются из дальнейшего рассмотрения). Таким образом, дерево проходится до корневого узла, в котором ожидаемое значение денежных потоков за вычетом инвестиций, необходимых для осуществления выбранного решения, является ожидаемым экономическим эффектом от проекта. Необходимо отметить, что критерий максимизации ожидаемых чистых денежных потоков является наиболее популярным, однако не единственным критерием принятия решений в условиях риска.

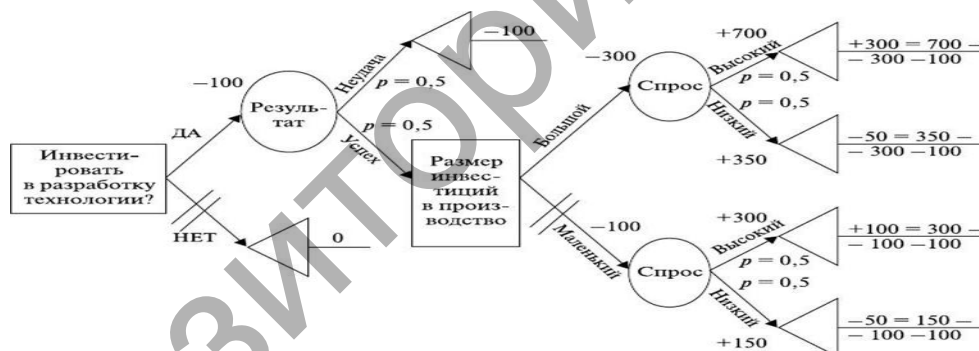


Рисунок 13 – Пример дерева решений

В нашем примере начнем анализ с выбора оптимального решения относительно размера инвестиций в производственные мощности. В случае инвестиций в строительство большого завода ожидаемое значение чистых денежных потоков в точке принятия решения составит:

$$-300 + 700 \times 0,5 + 350 \times 0,5 = 225 \text{ млн руб.}$$

А в случае инвестиций в строительство завода малой мощности:

$$-100 + 300 \times 0,5 + 150 \times 0,5 = 125 \text{ млн руб.}$$

Следовательно, ожидаемые доходы от строительства завода большой мощности выше, чем от строительства завода малой мощности, и решение о выделении меньшего размера инвестиций исключается из дальнейшего рассмотрения (на рис. 13 это отмечено двумя линиями, перечеркивающими соответствующую ветвь решений).

Теперь необходимо сравнить ожидаемые доходы от реализации проекта с нулем, который компания получит в случае отказа от инвестиций (при этом необходимо учитывать, что в случае принятия положительного решения об инвестициях в разработку технологии и успехе исследований будет построен именно большой завод). Чистые денежные потоки от реализации проекта в корневом узле решений будут складываться из первоначальных инвестиций, дохода от строительства большого завода в случае успешной разработки технологии (225 млн руб. с вероятностью 50%) и денежных потоков в случае неудачи, которые в данном примере равны нулю:

$$-100 + 225 \times 0,5 + 0 \times 0,5 = 12,5 \text{ млн руб.}$$

Таким образом, по критерию максимизации ожидаемого чистого денежного потока решение об инвестициях в разработку новой технологии выгоднее отказа от данной возможности. В результате анализа дерева решений для рассматриваемого проекта была определена оптимальная стратегия, заключающаяся в принятии решения об инвестициях в разработку технологий, а в случае успеха исследований – о строительстве завода большой мощности.

Анализ дерева решений позволяет структурировать рассматриваемую проблему и представляет наглядное графическое отображение возможных вариантов развития событий, зависящих как от внешних факторов риска, так и от принимаемых в процессе реализации проекта управленческих решений. Анализ дерева решений позволяет разработать оптимальную стратегию принятия решений о ходе реализации проекта в зависимости от того, какой вариант развития событий реализовался. С этим связано еще одно преимущество данного метода – возможность учета динамического реагирования на риски, когда решения о тех или иных антирисковых мероприятиях принимаются в зависимости от того, как развивалась ситуация на предыдущих этапах. Кроме того, с помощью дерева решений можно проводить сравнительный анализ эффективности применения различных вариантов реагирования на риски.

К ограничениям рассматриваемого метода можно отнести то, что очень крупные деревья решений могут быть слишком громоздкими для анализа, а упрощение ситуации может негативно сказаться на точности количественной оценки рисков. Анализ дерева решений позволяет достаточно хорошо исследовать влияние последовательных рисков на эффективность проекта, однако моделировать с помощью дерева решений риски, одновременно оказывающие влияние на проект, намного сложнее. Это возможно только в том случае, если они независимы и реализация одних рисков не влияет на вероятность реализации и последствия других.

Имитационное моделирование – метод, позволяющий проводить комплексную количественную оценку рисков проекта, учитывать большое число переменных и параметров, работать со значительными объемами информации.

Для проведения имитационного моделирования необходимо создать имитационную модель (для оценки проектных рисков, как правило, она разрабатывается на базе финансовых и сетевых моделей проекта), представляющую собой совокупность системы уравнений, описывающих функционирование исследуе-

мого объекта, детерминированных входных параметров, случайных переменных и их функций распределения вероятностей. Непосредственно процесс имитации, для проведения которого чаще всего используют метод Монте-Карло, представляет собой серию численных экспериментов с использованием разработанной модели при постоянных значениях детерминированных входных параметров и переменных значениях случайных величин, принимающих значения в соответствии с выбранными законами распределения вероятностей. В результате проведенных вычислений получают вероятностные распределения выходных параметров и целевых показателей проекта (например, *NPV*).

Для проведения имитационного моделирования также необходимо выбрать факторы, которые оказывают наибольшее влияние на эффективность реализации проекта. Далее для выбранных факторов риска следует определить статистические распределения, в соответствии с которыми изменяются их значения. Для этого могут быть использованы имеющаяся статистика и историческая информация или экспертные оценки, в процессе которых для факторов риска выбирается наиболее подходящее из часто встречающихся распределений (равномерное, нормальное, логнормальное, биномиальное и проч.). Кроме того, аналогичными методами может быть оценена корреляция между значениями факторов риска, значения которой включаются в имитационную модель (это в явном виде позволяют сделать специализированные программные продукты, например Oracle Crystal Ball).

Непосредственно осуществление имитации можно проводить после реализации всех предыдущих шагов с помощью компьютерной программы, в которой реализован метод Монте-Карло. Оно заключается в генерировании компьютером независимых случайных чисел, равномерно распределенных на участке от 0 до 1, которые определяют конкретные значения факторов риска, в соответствии с выбранными для этих факторов вероятностными распределениями. На каждом подобном шаге имитации полученные значения случайных переменных подставляются в финансово-экономическую модель проекта, и рассчитываются показатели эффективности проекта. Данная операция повторяется *n* раз, причем показатели эффективности проекта на каждом шаге имитации сохраняются в памяти компьютера.

Полученные при имитационном моделировании результаты могут быть представлены в виде графиков плотности распределения вероятностей для значений целевых показателей эффективности проекта и в виде статистических и аналитических показателей (среднего значения, медианы, перцентилей, дисперсии и проч.). Также с помощью имитационного моделирования можно рассчитать вероятность достижения конкретных (временных, стоимостных, финансовых и др.) целей проекта, а также вероятность достижения определенных значений этих целей, например, вероятность того, что *NPV* проекта будет выше нуля или срок реализации проекта составит менее 200 дней.

Проведем имитационное моделирование рисков для проекта, описанного в примере, посвященном анализу чувствительности (денежные потоки проекта представлены в табл. 13.3). Для простоты рассмотрим только два фактора риска и предположим, что цена реализации продукции и капитальные вложения явля-

ются не четко определенными величинами, а подчиняются некоторому случайному распределению. Эксперты компании на основе своего опыта и исторической информации предположили, что цена реализации продукции распределяется равномерно с минимальным и максимальным значением 47 тыс. и 53 тыс. руб. соответственно. Иными словами, цена реализации в каждом периоде с одинаковой вероятностью может принимать значения между 47 тыс. и 53 тыс. руб. включительно. Наиболее вероятное значение капитальных вложений, как и было изначально заложено в модель денежных потоков проекта, составляет 3000 тыс. руб. Однако эксперты оценили максимально возможное снижение размера капитальных вложений (до 2500 тыс. руб.), а также максимальное значение капитальных вложений, которое в случае неблагоприятного развития событий составит 4000 тыс. руб. Таким образом, изменение капитальных затрат можно приближенно описать с помощью треугольного распределения. Параметры и вид случайного распределения значений капитальных вложений и цены реализации представлены на рис. 14 (приведенные графики построены с использованием программы Oracle Crystal Ball).

После того как для рискованных переменных определены законы распределения, можно переходить непосредственно к имитационному моделированию. В качестве целевого показателя возьмем значение NPV и построим график распределения его значений с учетом изменчивости факторов риска (рис. 15).

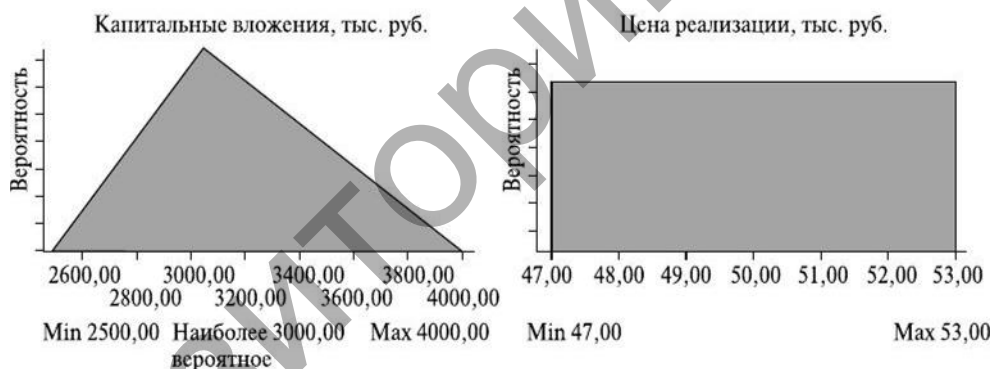


Рисунок 14 – Случайные распределения значений капитальных вложений и цены реализации

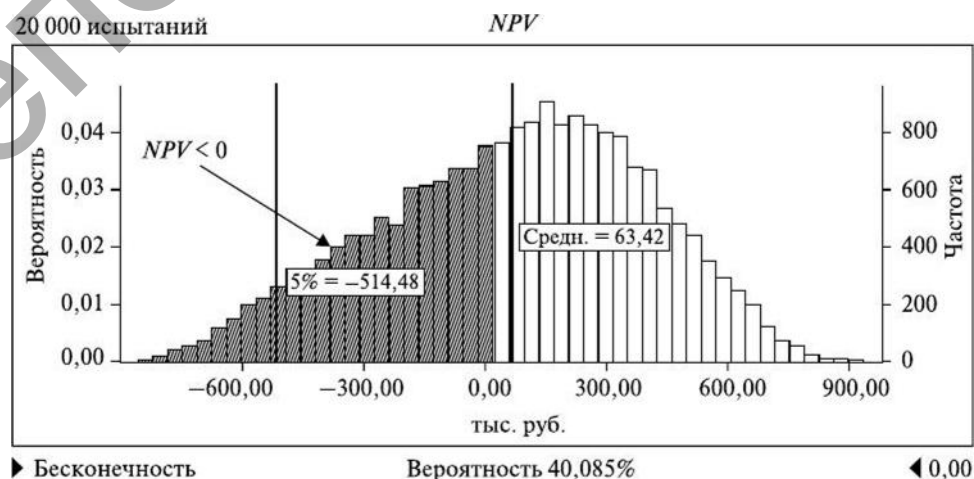


Рисунок 15 – Вероятностное распределение значений БРУ

В результате проведения имитационного моделирования была получена оценка ожидаемого значения NPV (63,42 тыс. руб.), вероятность того, что NPV_1 окажется меньше нуля, составила чуть более 40% (темная область в левой части графика на рис. 13.13), а минимальное значение NPV, которое будет получено в 95% случаев, составило -514,48 тыс. руб. (другими словами, вероятность того, что NPV проекта будет ниже -514,48 тыс. руб., составляет 5%). Кроме того, в результате проведения имитационного моделирования могут быть получены оценки дисперсии и стандартного отклонения, моды и медианы, перцентили и другие статистические показатели для целевых показателей проекта.

Имитационное моделирование – один из наиболее сложных методов количественной оценки рисков, однако во многом благодаря этому он позволяет преодолеть недостатки других методов. В отличие от описанных выше подходов имитационное моделирование позволяет учесть намного большее число факторов риска, а также проанализировать неограниченное количество сценариев, автоматически генерируемых компьютерной программой посредством сочетания различных значений случайных параметров. Ключевой особенностью данного метода является использование не детерминированных значений рискованных параметров, а непрерывных, задаваемых соответствующими законами распределения вероятностей. Это позволяет повысить не только точность сделанных оценок, но и информативность получаемых результатов.

Однако существует ряд ограничений и сложностей в применении данного метода. Качество и достоверность получаемых с помощью имитационного моделирования результатов сильно зависит от предположений, заложенных в модель. В связи с этим особую трудность представляет реалистичная оценка распределения вероятностей рискованных переменных модели, которые к тому же могут изменяться во времени.

В системе мероприятий по обеспечению реализации логистических проектов важное место принадлежит нейтрализации проектных рисков. Разработка мероприятий по нейтрализации проектных рисков охватывает следующие основные этапы:

А. Исследование факторов, влияющих на уровень проектных рисков предприятия. Такое исследование преследует цель выявить уровень управляемости отдельными видами проектных рисков, а также определить пути возможной нейтрализации их негативных последствий. В процессе исследования факторы, влияющие на уровень проектных рисков, подразделяются на *объективные (факторы внешнего характера)* и *субъективные (факторы внутреннего характера)*. Система основных факторов, влияющих на уровень проектных рисков предприятия, приведена ниже.

Объективные факторы: уровень экономического развития страны; характер государственного регулирования инвестиционной деятельности предприятий; динамика ставки процента на финансовом рынке; темпы инфляции в стране; конъюнктура спроса и предложения на инвестиционном рынке; уровень конкуренции в отдельных сегментах инвестиционного рынка; уровень криминогенной обстановки в стране (регионе).

Субъективные факторы: основные параметры инвестиционной стратегии предприятия; инвестиционный менталитет собственников и менеджеров в политике допустимых рисков; размер собственных инвестиционных ресурсов предприятия; состав формируемых активов в процессе реализации проекта; характер (виды) используемых инвестиционных технологий реализации проекта; достаточность используемой информационной базы инвестиционного менеджмента; характеристика партнеров по реализации логистического проекта.

Б. Установление предельно допустимого уровня рисков по отдельным операциям, связанных с реализацией логистического проекта. Такой уровень устанавливается в разрезе отдельных видов операций с учетом соответствующего менталитета руководителей и инвестиционных менеджеров предприятия (их приверженности к осуществлению консервативной, умеренной или агрессивной инвестиционной политики).

При осуществлении *умеренной инвестиционной политики* предельными значениями уровня рисков отдельных операций по оценке специалистов являются:

- по операциям с допустимым размером потерь – 0,1,
- по операциям с критическим размером потерь – 0,01,
- по операциям с катастрофическим размером потерь – 0,001.

Это означает, что намечаемая операция с нестрахуемыми рисками по ней должна быть отклонена, если в одном случае из 10 может быть потеряна вся расчетная сумма прибыли; в одном случае из 100 - потеряна сумма расчетного валового дохода; в одном случае из 1000 - потерян весь инвестируемый в проект собственный капитал в результате банкротства.

В. Определение направлений нейтрализации негативных последствий отдельных видов проектных рисков. В системе инвестиционного менеджмента используется в этих целях два принципиальных направления – выбор внутренних механизмов их нейтрализации или внешнее страхование. Основная роль в нейтрализации проектных рисков принадлежит системе мероприятий, включаемых в первое направление.

Г. Выбор и использование внутренних механизмов нейтрализации негативных последствий отдельных видов проектных рисков. Эти механизмы избираются и осуществляются по каждому реализуемому инвестиционному проекту в рамках самого предприятия.

Система внутренних механизмов нейтрализации проектных рисков предусматривает использование следующих основных методов:

Избежание риска. Это направление нейтрализации проектных рисков является наиболее радикальным. Оно заключается в разработке таких мероприятий внутреннего характера, которые полностью исключают конкретный вид проектного риска. К числу основных из таких мер относятся:

- *отказ от использования в высоких объемах заемного капитала.* Снижение доли заемных инвестиционных ресурсов в хозяйственном обороте позволяет избежать одного из наиболее существенных проектных рисков — потери финансовой устойчивости предприятия;

• *отказ от чрезмерного использования инвестиционных активов в низколиквидных формах* Повышение уровня ликвидности инвестиций позволяет избежать риска неплатежеспособности предприятия в будущем периоде

Лимитирование концентрации риска. Механизм лимитирования концентрации проектных рисков используется обычно по тем их видам, которые выходят за пределы допустимого их уровня, т. е. по инвестиционным операциям, осуществляемым в зоне критического или катастрофического риска. Такое лимитирование реализуется путем установления на предприятии соответствующих внутренних нормативов в процессе разработки политики осуществления реального инвестирования.

Система нормативов, обеспечивающих лимитирование концентрации рисков, может включать:

- *предельный размер (удельный вес) заемных средств, используемых для реализации реальных инвестиционных проектов,*
- *минимальный размер (удельный вес) инвестиционных активов в высоколиквидной форме и другие.*

Лимитирование концентрации проектных рисков является одним из наиболее распространенных внутренних механизмов риск-менеджмента, реализующих инвестиционную идеологию предприятия в части принятия этих рисков и не требующих высоких затрат.

Распределение рисков. Механизм этого направления нейтрализации проектных рисков основан на частичном их трансферте (передаче) партнерам по отдельным инвестиционным операциям. При этом хозяйственным партнерам передается та часть проектных рисков предприятия, по которой они имеют больше возможностей нейтрализации их негативных последствий и располагают более эффективными способами внутренней страховой защиты.

В современной практике риск-менеджмента получили широкое распространение следующие основные направления распределения проектных рисков (их трансферта партнерам).

• *распределение риска между участниками инвестиционного проекта.* В процессе такого распределения предприятие может осуществить трансферт подрядчикам проектных рисков, связанных с невыполнением календарного плана строительно-монтажных работ, низким качеством этих работ, хищением переданных им строительных материалов и некоторых других. Для предприятия, осуществляющего трансферт таких рисков, их нейтрализация заключается в переделке работ за счет подрядчика, выплаты ими сумм неустоек и штрафов и в других формах возмещения понесенных потерь;

• *распределение риска между предприятием и поставщиками сырья и материалов.* Предметом такого распределения являются, прежде всего, проектные риски, связанные с потерей (порчей) инвестиционных товаров в процессе их транспортирования и осуществления погрузо-разгрузочных работ;

• *распределение риска между участниками лизинговой операции.* Так, при оперативном лизинге предприятие передает арендодателю риск морального устаревания используемого (лизингуемого) актива, риск потери им технической производительности (при соблюдении установленных правил эксплуатации) и

ряд других видов рисков, предусматриваемых соответствующими специальными оговорками в заключаемом контракте.

Самострахование (внутреннее страхование). Механизм этого отравления нейтрализации проектных рисков основан на резервировании предприятием части инвестиционных ресурсов, позволяющем преодолеть негативные финансовые последствия по тем инвестиционным операциям, по которым эти риски не связаны с действиями контрагентов. Основными формами этого направления нейтрализации проектных рисков являются:

- *формирование резервного (страхового) фонда предприятия.* Он создается в соответствии с требованиями законодательства и устава предприятия. На его формирование направляется не менее 5% суммы прибыли, полученной предприятием в отчетном периоде;

- *формирование целевых резервных фондов.* Примером такого формирования могут служить фонд страхования ценового риска (на период временного ухудшения конъюнктуры инвестиционного рынка). Перечень таких фондов, источники их формирования и размеры отчислений в них определяются уставом предприятия и другими внутренними документами;

- *формирование резервных сумм финансовых ресурсов в системе бюджетов, доводимых различным центрам инвестиций.* Такие резервы предусматриваются обычно во всех видах капитальных бюджетов;

- *нераспределенный остаток прибыли, полученной в отчетном периоде.* До его распределения в инвестиционных целях он может рассматриваться как резерв финансовых ресурсов, направляемых в необходимом случае на ликвидацию негативных последствий отдельных проектных рисков.

Прочие методы внутренней нейтрализации проектных рисков. К числу основных из таких методов, используемых предприятием, могут быть отнесены:

- *обеспечение востребования с контрагента по инвестиционной операции дополнительного уровня премии за риск.* Если уровень риска по намечаемой к осуществлению инвестиционной операции превышает расчетный уровень дохода по ней (по шкале «доходность–риск»), необходимо обеспечить получение дополнительного дохода по ней или отказаться от ее проведения;

- *получение от контрагентов определенных гарантий.* Такие гарантии, связанные с нейтрализацией негативных финансовых последствий при наступлении рискованного случая, могут быть предоставлены в форме поручительства, гарантийных писем третьих лиц, страховых полисов в пользу предприятия со стороны его контрагентов по высокорисковым инвестиционным операциям;

- *сокращение перечня форс-мажорных обстоятельств в контрактах с контрагентами.* В современной отечественной хозяйственной практике этот перечень необоснованно расширяется (против общепринятых международных коммерческих и финансовых правил), что позволяет партнерам предприятия избегать в ряде случаев финансовой ответственности за невыполнение своих контрактных обязательств;

- *обеспечение компенсации возможных финансовых потерь по проектным рискам за счет предусматриваемой системы штрафных санкций.* Это направление нейтрализации проектных рисков предусматривает расчет и включение в

условия контрактов с контрагентами необходимых размеров штрафов, пени, неустоек и других форм финансовых санкций в случае нарушения ими своих обязательств (несвоевременных платежей за продукцию, невыплаты процентов и т.п.). Уровень штрафных санкций должен в полной мере компенсировать финансовые потери предприятия в связи с неполучением расчетного дохода по проекту, инфляцией, снижением стоимости денег во времени и т.п.

Г. Выбор форм и видов страхования (передачи) отдельных видов проектных рисков. К их числу относятся наиболее сложные и опасные по своим последствиям проектные риски, не поддающиеся нейтрализации за счет внутренних ее механизмов.

Страхование проектных рисков представляет собой защиту имущественных интересов предприятия при наступлении страхового события специальными страховыми компаниями (страховщиками) за счет денежных фондов, формируемых ими путем получения от страхователей страховых премий (страховых взносов).

В процессе страхования предприятию обеспечивается страховая защита по всем основным видам его проектных рисков – как систематических, так и не систематических. При этом объем возмещения негативных последствий проектных рисков страховщиками не ограничивается – он определяется реальной стоимостью объекта страхования (размером страховой его оценки), страховой суммы и размером уплачиваемой страховой премии.

Предлагаемые на рынке страховые услуги, обеспечивающие страхование проектных рисков предприятия, классифицируются по ряду признаков.

По формам страхования оно подразделяется следующим образом.

- *Обязательное страхование.* Оно представляет собой форму страхования, базирующуюся на законодательно оформленной обязательности его осуществления как для страхователя, так и для страховщика. Массовость этого страхования позволяет существенно снизить размеры страховых тарифов и упростить процедуру его осуществления. Однако обязательное страхование не учитывает в полной мере особенности страхуемых активов, различную вероятность наступления страхового события на предприятиях разных типов, финансовые возможности страхователя и ряд других факторов, индивидуализирующих страховую защиту.

- *Добровольное страхование.* Оно характеризует форму страхования, основанную лишь на добровольно заключаемом договоре между страхователем и страховщиком исходя из страхового интереса каждого из них. Принцип добровольности, основанный на страховом интересе сторон, распространяется как на предприятие, так и на страховщика, позволяя последнему уклоняться от страхования опасных или невыгодных для него проектных рисков.

По объектам страхования действующая в стране практика выделяет следующие его группы.

- *Имущественное страхование.* Оно охватывает практически все основные виды материальных и нематериальных активов предприятия, задействованных в инвестиционном процессе. Страховые отношения при имущественном страховании определяются следующими обязательствами сторон, страхователь должен

обеспечивать своевременную уплату страховых взносов (страховой премии), а страховщик должен обеспечить возмещение финансового ущерба, понесенного предприятием при наступлении страхового события. В роли страхователя могут выступать при имущественном страховании не только владельцы соответствующих активов, но и юридические лица, заинтересованные в их сохранности (например, арендаторы помещений, лизингополучатели оборудования и т.п.).

- *Страхование ответственности.* Его объектом является ответственность предприятия и его персонала перед третьими лицами, которые могут понести финансовый и другой вид ущерба в результате какого-либо действия или бездействия страхователя. Это страхование обеспечивает страховую защиту предприятия от рисков финансовых потерь, которые могут быть возложены на него в законодательном порядке в связи с причиненным им ущербом третьим лицам – как физическим, так и юридическим. Отношения сторон при страховании ответственности определяются следующими взаимными обязательствами. Страхователь обязан уплачивать необходимые страховые взносы, (страховую премию), а страховщик обязан возместить страхователю сумму денежных средств, подлежащую уплате им третьим лицам за причиненный ущерб. Страхование ответственности обеспечивает предприятию страховую защиту по значительному числу видов его проектных рисков.

- *Страхование персонала.* Оно охватывает страхование предприятием жизни своих сотрудников, участвующих в реализации инвестиционного проекта, а также возможные случаи потери ими трудоспособности, наступления инвалидности и другие. Конкретные виды этого страхования осуществляются предприятием в добровольном порядке за счет его прибыли в соответствии с коллективным трудовым договором и индивидуальными трудовыми контрактами.

По объемам страхования выделяют следующие его группы.

- *Полное страхование.* Оно обеспечивает страховую защиту предприятия от негативных последствий проектных рисков в полном их объеме при наступлении страхового события.

- *Частичное страхование.* Оно ограничивает страховую защиту предприятия от негативных последствий проектных рисков, как определенными страховыми суммами, так и системой конкретных условий наступления страхового события.

По видам страхования в процессе его классификации выделяют:

- *Страхование имущества (инвестиционных активов),* в отличие от обязательного, этот вид добровольного страхования имеет следующие особенности.

- а) страхованием может быть охвачен весь комплекс материальных и нематериальных инвестиционных активов предприятия;

- б) страхование этих активов может быть осуществлено в размере реальной рыночной их стоимости (т.е. по их восстановительной, а не балансовой оценке) при наличии соответствующей экспертной оценки;

- в) страхование различных видов этих инвестиционных активов может быть осуществлено у нескольких (а не одного) страховщиков, что гарантирует более прочную степень надежности страховой защиты, в частности, при банкротстве самих страховщиков (такое страхование является для предприятия одним из направлений диверсификации проектных рисков);

г) в процессе страхования инвестиционных активов как его составляющая может быть учтен инфляционный риск перспективного периода.

- *Страхование инвестиционных рисков.* Объектом этого вида страхования являются, как правило, многочисленные простые риски реального инвестирования, в первую очередь, риски несвоевременного завершения проектно-конструкторских работ по инвестиционному проекту, несвоевременного завершения строительно-монтажных работ по нему, невыхода на запланированную проектную производственную мощность и другие.

- *Страхование косвенных финансовых рисков.* Такое страхование охватывает многие виды проектных рисков предприятия при наличии достаточного страхового интереса у страховщика. Этот вид страхования охватывает такие его разновидности, как страхование расчетной инвестиционной прибыли, страхование упущенной выгоды, страхование превышения установленного бюджета капитальных затрат, страхование лизинговых платежей и другие.

- *Страхование финансовых гарантий.* К такому виду страхования предприятие прибегает в процессе привлечения для инвестиционных целей заемных финансовых средств (в форме банковского, коммерческого и других видов кредитов) по требованию кредиторов. Объектом такого страхования является риск невозврата (несвоевременного возврата) суммы основного долга и неуплаты (несвоевременной уплаты) установленной суммы процентов. Страхование финансовых гарантий предполагает, что определенные финансовые обязательства предприятия, связанные с привлечением заемного капитала, будут выполнены в полном соответствии с условиями кредитного договора.

- *Прочие виды страхования проектных рисков.* Его объектом являются иные виды проектных рисков, не вошедшие в состав рассмотренных выше традиционных видов страхования. При взаимном удовлетворении страховых интересов сторон состав прочих видов страхования может иметь широкий диапазон (за счет включения ранее нестрахуемых рисков, инновационных страховых продуктов и т.п.).

Лабораторная работа № 5

Оптимизация логистического проекта по 3-м критериям: времени, исполнителям, материалам

Оптимизация сетевой модели по критерию время

После построения сетевого графика и определения его временных параметров проводят проверку соответствия полученных сроков продолжительности разработки нормативным или директивным срокам. Далее анализируют структуру сетевой модели, выявляя неоднородность напряженности работ проекта.

В настоящее время на практике сетевую модель вначале корректируют по времени, т. е. приводят ее к заданному сроку окончания проекта. Затем приступают к корректировке графика по критерию распределения ресурсов, начиная с трудовых ресурсов.

Рассчитанная продолжительность критического пути $t_{кр}$ первоначального варианта сетевого графа может оказаться меньше или больше заданного планируемого срока $t_{пл}$. В первом случае, когда $t_{кр} < t_{пл}$, возникает дополнительный резерв времени $R_{доп} = t_{пл} - t_{кр}$, который может быть использован для увеличения продолжительности отдельных работ $t_{(i-j)}$, лежащих на критическом пути, при последующей оптимизации. Во втором случае, когда $t_{кр} > t_{пл}$, возникает отрицательный резерв, так как позднее окончание работ, входящих в завершающее событие, принимает значение $t_{пл}$. Например, $t_{пл} = 30$ дней, $t_{кр} = 35$ дней, тогда $R_{доп} = 30 - 35 = -5$. В этом случае сетевой граф следует пересмотреть с целью его уплотнения. Главная задача, решаемая при этом, состоит в ускорении тех работ, из которых в каждом данном случае складывается длительность критического пути.

Уплотнение сетевого графа, или перепланировка, производится обычно несколько раз методом последовательных приближений, т.е. многократным сжатием очередного критического пути, пока не будет достигнут удовлетворительный результат.

Существует несколько методов приведения сетевого графа в соответствие с заданными сроками:

- сокращение временных оценок путем замены нормальной продолжительности выполнения работ, лежащих на критическом пути, сокращенной;
- сокращение сроков выполнения работ за счет привлечения дополнительной численности исполнителей (если есть ресурс и позволяет фронт работы);
- проверка правильности установления временных оценок работ, лежащих на критическом пути, и установка их в соответствие с нормами или фактически достигнутым результатом по выполнению подобного вида работ;
- анализ возможности интенсификации выполнения критических работ за счет использования ресурсов работ не критической зоны, которые располагают резервами времени;
- анализ возможности расчленения отдельных работ и параллельного их выполнения;
- пересмотр топологии сетевого графа с целью сокращения общей продолжительности выполнения всего комплекса работ.

Общий срок выполнения всего комплекса работ следует сокращать в первую очередь за счет изменения продолжительности выполнения работ критической зоны. Это один из наиболее распространенных приемов, так как он не связан с изменением топологии сети (сетевой граф не вычерчивается заново, изменяются лишь временные оценки, проставляемые под стрелками).

В ходе корректировки рекомендуется сокращать продолжительность не только критических работ, но и работ, лежащих на подкритических путях, так как последние легко могут стать критическими. При значительном сокращении сроков выполнения критических работ могут возникнуть новые критические пути, также превышающие установленный срок окончания разработки.

Уменьшение временных оценок по критическим работам обеспечивается в первую очередь за счет переброски соответствующих ресурсов с ненапряженных работ, характеризующихся значительными резервами времени. Однако такой переброской не следует злоупотреблять, так как работы, лишённые всех своих

резервов, станут критическими и поставленная цель не будет достигнута. Если внутренних ресурсов недостаточно, возможно, следует ставить вопрос о привлечении необходимых ресурсов со стороны.

Не следует допускать волевого изменения временных оценок руководителем комплекса работ, так как это неизбежно приведет к дискредитации сетевого плана. В результате сокращения продолжительности выполнения одних работ и увеличения продолжительности других (тех, с которых снимают ресурсы) получают новую сеть, требующую проверки всех расчетных параметров при сохранении той же топологии.

В стохастических сетевых графах, характеризующихся той или иной степенью неопределенности, временные оценки изменяют в следующем порядке: в первую очередь пересматривают все три оценки времени (t_{min} , $t_{нс}$, t_{max}) по критическим работам, имеющим наибольшую величину дисперсии, что указывает на недостаточно высокую точность принятой временной оценки.

Не обязательно изменять временные оценки по всем критическим работам. Может оказаться вполне достаточным изменение их только у части работ (критических работ, лежащих в начале пути), чтобы в будущем иметь возможность выполнить эту замену по другим работам, если установленный срок вновь окажется под угрозой срыва.

Если не удается в полной мере уменьшить срок выполнения разработки за счет форсирования работ, то прибегают к изменению топологии сетевого графа. Это возможно потому, что отдельные работы могут выполняться различными методами. Многовариантная технология позволяет отыскать новую последовательность производства работ и новые взаимосвязи. Ряд работ, которые ранее планировали выполнять последовательно, при измененной технологии будут выполняться параллельно, что и приведет к сокращению длительности критического пути.

Параллельное выполнение работ достигается и расчленением работ большой длительности, что дает возможность последующую работу начать еще до полного окончания предшествующей. Одновременно с сокращением критического пути уменьшаются и резервы времени, в результате чего постепенно возникает все больше и больше критических работ и путей. Возможно разветвление критических путей, а в перспективе все пути могут стать критическими.

В ходе корректировки сети по критерию «время» надлежит постоянно проверять длительность остальных путей сетевого графа и сравнивать их между собой.

Если после всех принятых мер по сокращению продолжительности выполнения всего комплекса работ установленный срок не достигнут, ставится вопрос об изменении этого срока.

Минимизация числа исполнителей проекта при сохранении времени его выполнения

В ходе выполнения комплекса работ занятость работников различной квалификации и разных специальностей оказывается неравномерной. Это приводит к завышению потребности в них с одновременным снижением среднего уровня занятости и, как следствие, к перерасходу заработной платы и увеличению стоимости всего проекта.

Наиболее часто на практике приходится оптимизировать сетевой график при ограниченном ресурсе исполнителей определенной категории. Оптимизация по численности исполнителей основана на сдвиге работ в пределах имеющихся у них резервов времени. Ее целью является обеспечение наиболее равномерной занятости работников в течение всего времени выполнения проекта при сохранении общей продолжительности проекта.

Для проведения такой оптимизации часто применяется простой и наглядный графический метод. Согласно сетевой модели составляются линейная диаграмма (график привязки) и карта проекта (график загрузки). На линейной диаграмме работы отмечают на оси ординат, располагая их снизу вверх по нарастанию индексов. На ось абсцисс наносится равномерная шкала времени (чаще в днях). Каждая работа вычерчивается в масштабе отрезком прямой, длина которой равна продолжительности работы.

Работы критического пути выделяются двойными линиями. Под стрелкой, изображающей работу, помещается в виде висящего флажка численность работников каждой категории, занятых выполнением данной работы. В исходной диаграмме все работы начинаются в свои ранние сроки, а фиктивная работа обозначается точкой.

Проверкой правильности построения линейной диаграммы является срок окончания последней работы проекта, совпадающий с длительностью критического пути. Практическая ценность графика привязки заключается в том, что с его помощью можно улучшать эффективность использования ресурса рабочей силы.

Карта проекта (график загрузки, график ежедневной потребности работников соответствующих категорий) для удобства построения и анализа строится под линейной диаграммой. Для каждого дня определяется суммарное количество исполнителей, занятых на параллельных работах проекта, и откладывается в масштабе по оси ординат. При этом часть исполнителей, занятых на работах критического пути, выделяется пунктиром и штриховкой. Для каждой категории исполнителей строится своя карта проекта. Далее проводится анализ их занятости.

Оптимизация ресурса рабочей силы заключается в одновременном решении двух задач:

- минимизировать количество одновременно занятых исполнителей;
- выровнять потребность в трудовых ресурсах на протяжении всего срока выполнения проекта.

Оптимизация осуществляется перемещением части работ (имеющих резерв времени) с наиболее нагруженных (пиковых) дней на дни, имеющие наименьшую занятость исполнителей. После сдвига работы, работники выполняют ее уже в другие дни, и поэтому для каждого дня изменяется количество исполнителей, занятых одновременно. При оптимизации следует придерживаться следующих рекомендаций:

- перемещение работ по оси времени, возможно, осуществлять только вправо (откладывая их начало);
- работы критического пути трогать нельзя, т. к. это приведет к увеличению срока выполнения всего проекта;

- работы, имеющие свободный резерв времени, можно спокойно перемещать на величину этого резерва;
- перемещение работ, имеющих только полный резерв времени, требует аналогичного сдвига последующих работ;
- передвигаемые работы на линейной диаграмме выделяют, отмечая заметным символом: звездочкой, штрихом, цветом и т.п.

Различие в использовании свободных и полных резервов заключается в том, что при сдвиге работы с использованием свободного резерва моменты начала последующих за ней работ остаются неизменными (т. е. последующие работы не сдвигаются). При перемещении работы с использованием полного резерва, все последующие работы также сдвигаются.

Оптимизация проводится поэтапно, начиная с участков наибольшей и наименьшей занятости исполнителей. Все линейные диаграммы и карты проекта изображаются аналогично исходным. Число этапов оптимизации зависит от сложности проекта и квалификации коррективщика.

Рассмотрим графический метод на примере оптимизации сетевого графика, представленного табл. 14 и рис.15. Его необходимо оптимизировать по числу исполнителей (для простоты в примере принята одна категория исполнителей). Согласно рекомендациям составим линейную диаграмму и карту проекта (график ежедневной потребности ресурса) и проведем предварительный анализ занятости исполнителей (рис. 2). По графику ежедневной потребности видно, что в разные дни выполнения проекта наблюдается различная занятость исполнителей: сначала их требуется 5 (1-4 дни), затем 15 (5-10 дни), потом только 3 (16-18 дни), снова 8 (20-28 дни), вновь 3 (29-30 дни) и в завершение 6 (31-34 дни). Таким образом, имеем явную неравномерность занятости исполнителей (то перегружены, то недогружены работой).

Таблица 14 – Пример оптимизации

Работа (ij)	Длительность t(ij), дн.	Количество исполнителей
1,2	4	5
2,3	6	3
2,4	5	6
2,7	11	6
3,5	9	1
4,6	9	2
5,7	11	3
6,7	10	5
7,8	4	6

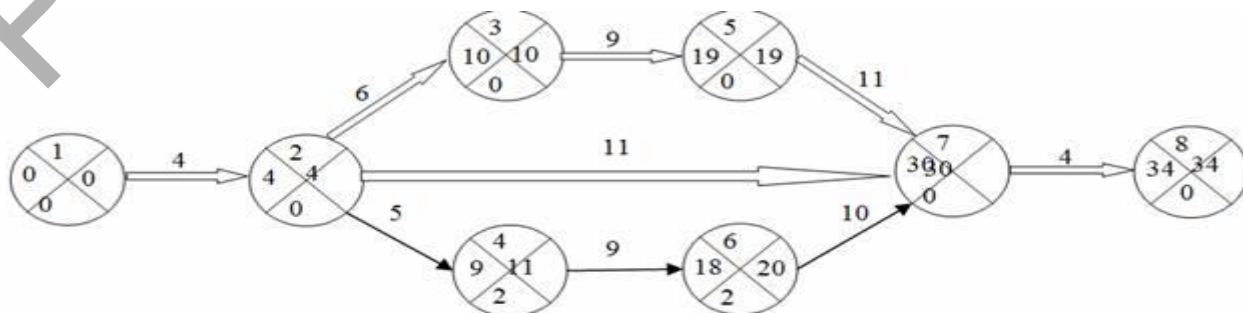


Рисунок 15 – Пример сетевого графика

Проведем более детальный анализ линейной диаграммы и карты проекта с целью оптимизации трудовых ресурсов: выравнивая потребность в них на протяжении всего проекта и минимизируя количество одновременно занятых исполнителей. График ежедневной потребности ресурса показывает, что минимальное число исполнителей не может быть меньше 6 человек, что определяется их потребностью для работ критического пути. А 15 исполнителей на участке 5-10 дни проекта является явно завышенным и подлежит коррекции в первую очередь.

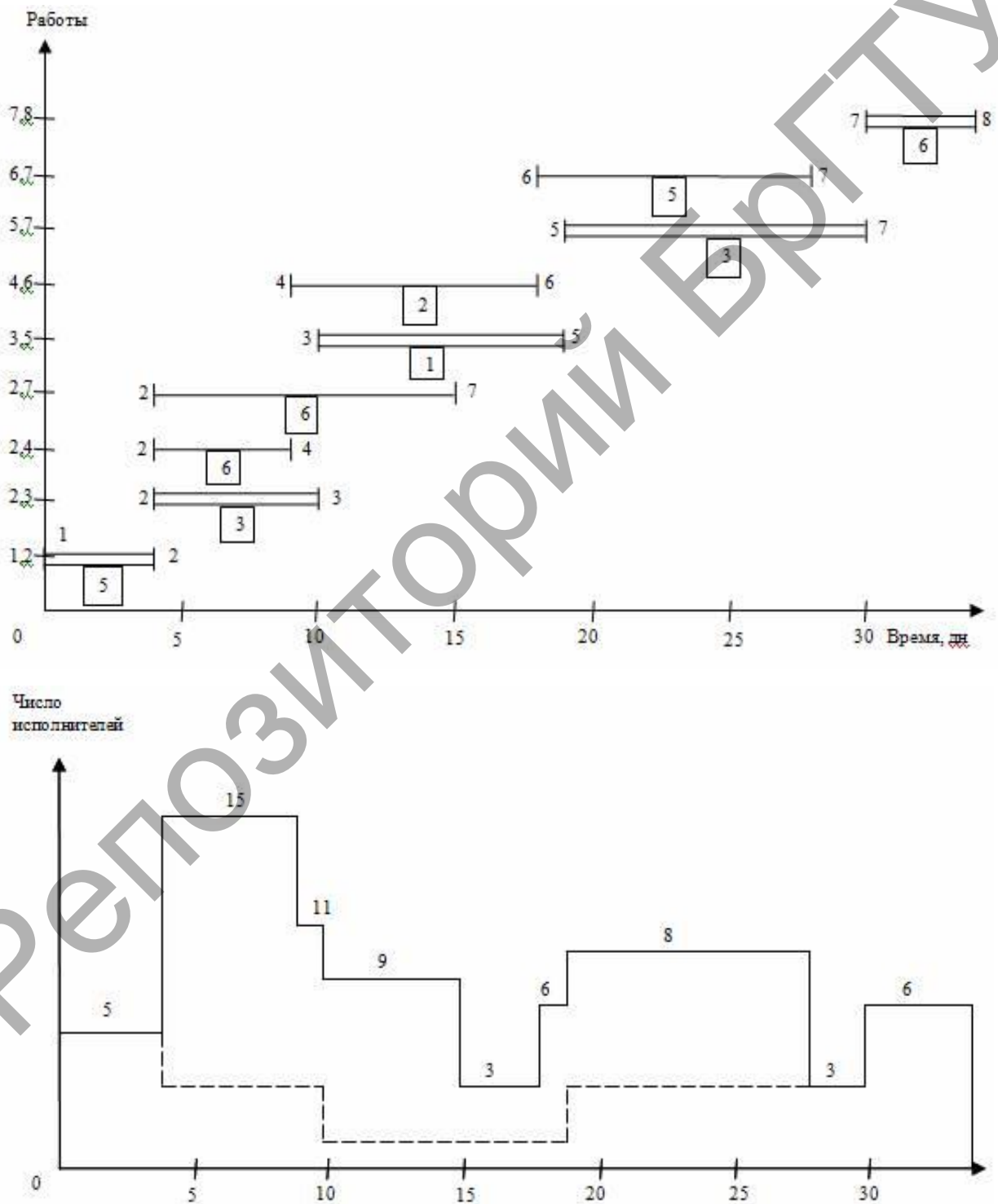


Рисунок 16 – Линейная диаграмма и карта проекта до оптимизации

15 исполнителей занято на работах 2,3; 2,4 и 2,7. Работу 2,3 трогать нельзя, т. к. это работа критического пути. Работа 2,4 имеет только полный резерв, но не имеет свободного резерва времени. Работа 2,7 имеет солидный свободный резерв времени и поэтому наиболее предпочтительна для оптимизации. Используем часть свободного резерва, переместив работу 2,7 (5-15 дни) на 5 дней (ее новый срок 10-20 дни). Тем самым максимально необходимое число исполнителей уменьшилось до 9 человек, т.е. задачу минимизации трудовых ресурсов проекта можно принять завершенной.

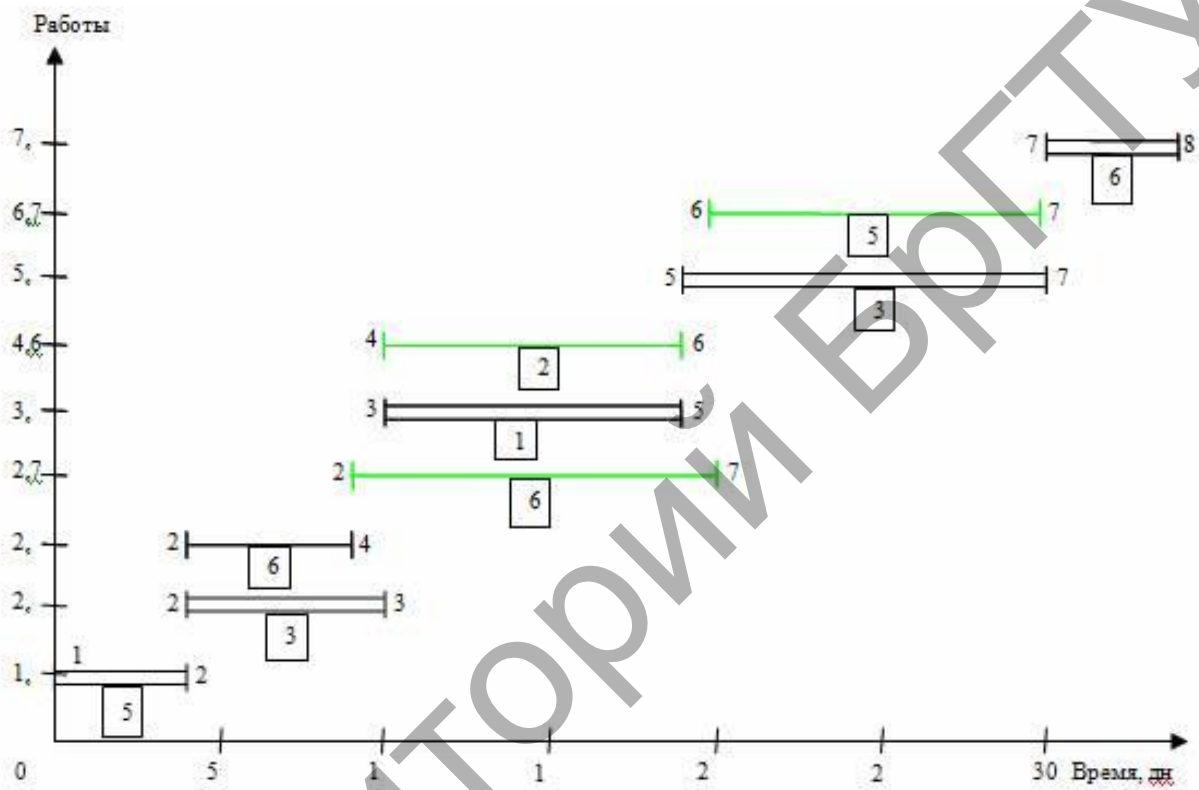


Рисунок 17 – Линейная диаграмма и карта проекта после оптимизации

Далее решим задачу выравнивания потребности в ресурсах, анализируя интервалы времени, связанные с "провалами" карты проекта. С учетом перемещения работы 2,7 падения спроса на исполнителей в середине проекта (16-18 дни) уже не будет, но он останется ближе к концу проекта (29-30 дни). Чтобы сгладить график загрузки, переместим работу 6,7 (19-28 дни), имеющую свободный резерв времени, на 2 дня (новый срок 21-30 дни). Также для целей выравнивания потребности в трудовых ресурсах переместим работу 4,6 (10-18 дни) на 1 день (11-19 дни).

В итоге оптимизации приходим к линейной диаграмме и карте проекта, представленными на рис. 17. Из графика видно улучшение равномерности загрузки исполнителей: новая ежедневная потребность ресурса составляет от 5 до 9 человек в зависимости от этапа выполнения проекта, резких колебаний занятости нет. Длительность выполнения всего проекта при этом осталась неизменной (34 дня), т. е. необходимое условие оптимизации соблюдено.

Оптимизация по критерию «Время-затраты»

Целью оптимизации по критерию «Время – затраты» является сокращение времени выполнения проекта в целом. Эта оптимизация имеет смысл только в том случае, когда время выполнения работ может быть уменьшено за счет задействования дополнительных ресурсов, что приводит к повышению затрат на выполнение работ (см. рис.18). Для оценки величины дополнительных затрат, связанных с ускорением выполнения той или иной работы, используются либо нормативы, либо данные о выполнении аналогичных работ в прошлом. Под параметрами работ $C_H(i, j)$ и $C_P(i, j)$ понимаются так называемые прямые затраты, непосредственно связанные с выполнением конкретной работы. Таким образом, косвенные затраты типа административно-управленческих в процессе сокращения длительности проекта во внимание не принимаются, однако их влияние учитывается при выборе окончательного календарного плана проекта.

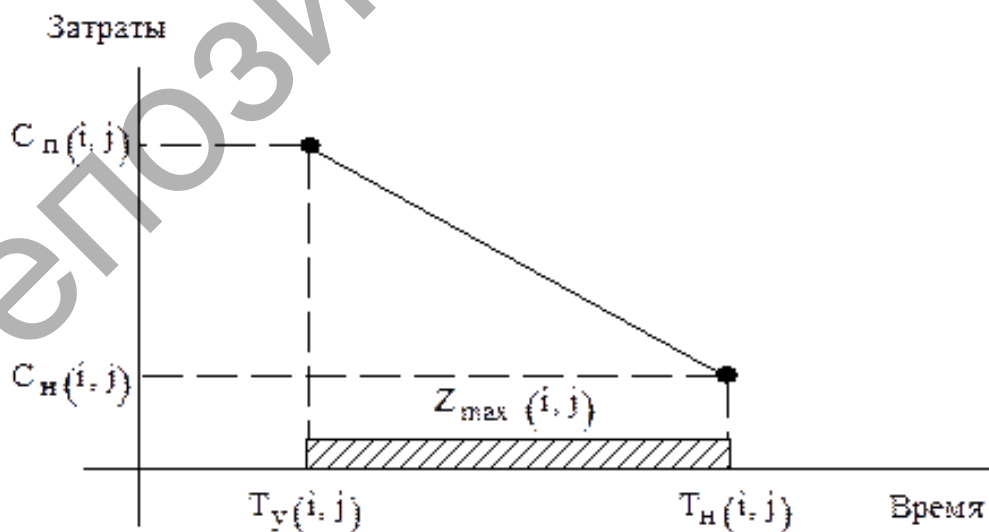


Рисунок 18 – Зависимость прямых затрат на работу от времени ее выполнения

Важными параметрами работы (i, j) при проведении данного вида оптимизации являются:

· коэффициент нарастания затрат

$$k(i,j) = \frac{C_{\text{п}}(i,j) - C_{\text{н}}(i,j)}{T_{\text{н}}(i,j) - T_{\text{у}}(i,j)}, \quad (7)$$

который показывает затраты денежных средств, необходимые для сокращения длительности работы (i,j) на один день;

· *запас времени* для сокращения длительности работы в текущий момент времени

$$Z_{\text{т}}(i,j) = t_{\text{т}}(i,j) - T_{\text{у}}(i,j), \quad (8)$$

где $t_{\text{т}}(i,j)$ – длительность работы (i,j) на текущий момент времени, максимально возможное значение запаса времени работы равно

$$Z_{\text{max}}(i,j) = T_{\text{н}}(i,j) - T_{\text{у}}(i,j).$$

Эта ситуация имеет место, когда длительность работы (i,j) еще ни разу не сокращали, т.е. $t_{\text{т}}(i,j) = T_{\text{н}}(i,j)$.

Общая схема проведения оптимизации "время -затраты"

1. Исходя из нормальных длительностей работ $T_{\text{н}}(i,j)$, определяются критические $L_{\text{кр}}$ и подкритические $L_{\text{п}}$ пути сетевой модели и их длительности $T_{\text{кр}}$ и $T_{\text{п}}$.

2. Определяется сумма прямых затрат на выполнение всего проекта $C_{\text{пр}}^0$ при нормальной продолжительности работ.

3. Рассматривается возможность сокращения продолжительности проекта, для чего анализируются параметры критических работ проекта.

3.1. Для сокращения выбирается критическая работа с \min коэффициентом нарастания затрат $k(i,j)$, имеющая ненулевой запас времени сокращения $Z_{\text{т}}(i,j)$.

3.2. Время $\Delta t(i,j)$, на которое необходимо сжать длительность работы (i,j) , определяется как $\Delta t(i,j) = \min[Z_{\text{т}}(i,j), \Delta T]$,

где $\Delta T = T_{\text{кр}} - T_{\text{п}}$ – разность между длительностью критического и подкритического путей в сетевой модели. Необходимость учета параметра ΔT вызвана нецелесообразностью сокращения критического пути более, чем на ΔT единиц времени. В этом случае критический путь перестанет быть таковым, а подкритический путь наоборот станет критическим, т.е. длительность проекта в целом принципиально не может быть сокращена больше, чем на ΔT .

4. В результате сжатия критической работы временные параметры сетевой модели изменяются, что может привести к появлению других критических и подкритических путей. Вследствие удорожания ускоренной работы общая стоимость проекта увеличивается на величину

$$\Delta C_{\text{пр}} = k(i,j)\Delta t(i,j). \quad (9)$$

5. Для измененной сетевой модели определяются новые критические и подкритические пути и их длительности, после чего необходимо продолжить оптимизацию с шага 3. При наличии ограничения в денежных средствах, их исчерпание является причиной окончания оптимизации. Если не учитывать подобное ограничение, то оптимизацию можно продолжать до тех пор пока у работ, которые могли бы быть выбраны для сокращения, не будет исчерпан запас времени сокращения.

Примечание. Рассмотренная общая схема оптимизации предполагает наличие одного критического пути в сетевой модели. В случае существования нескольких критических путей необходимо либо сокращать общую для них всех работу, либо одновременно сокращать несколько различных работ, принадлежащих различным критическим путям. Возможна комбинация этих двух вариантов. В каждом случае критерием выбора работы или работ для сокращения должен служить минимум затрат на их общее сокращение.

Пример проведения оптимизации сетевой модели по критерию "Время - затраты"

Проведем максимально возможное уменьшение сроков выполнения проекта при минимально возможных дополнительных затратах для следующих исходных данных (табл.15, рис. 19).

Таблица 15 – Исходные данные для оптимизации "Время -затраты"

(i, j)	Нормальный режим $T_H(i, j)$	Ускоренный режим $C_H(i, j)$	$T_y(i, j)$	$C_{п}(i, j)$
(1,2)				
(1,4)				
(2,3)				
(2,4)				
(3,5)				
(4,5)				
$C_k = 1,50$ руб./день	$C_0 = 73,00$ руб.			

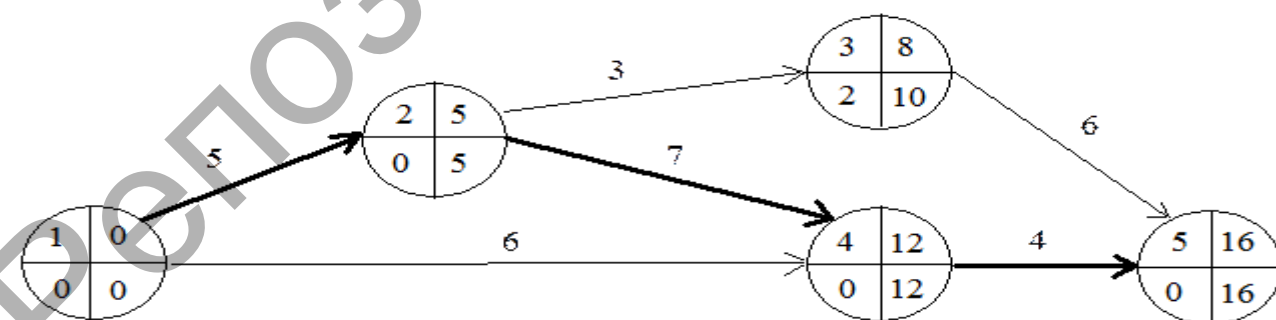


Рисунок 19 – Исходная сетевая модель

Исходя из нормальных длительностей работ получаем следующие характеристики сетевой модели.

$$\text{Общие затраты на проект } C_{пр}^0 = \sum_{\forall(i,j)} C_H(i, j) = 44,00 \text{ руб.}$$

Длительность проекта $T_{кр}^0 = 16$ дней.

Критический путь $L_{кр}^0 = 1,2,4,5$ или $L_{кр}^0 = (1,2);(2,4);(4,5)$.

Подкритический путь $L_{кр}^0 = 1,2,3,5$ или $L_{кр}^0 = (1,2);(2,3);(3,5)$, $T_{п}^0 = 14$ дней.

Кроме того, вычислим коэффициенты нарастания затрат и максимальные запасы времени сокращения работ сетевой модели (табл. 16).

Таблица 16 – Коэффициенты нарастания затрат работ сети

(i, j)	[дни]	$k(i, j)$ [руб./день]
(1,2)		7,00
(1,4)		3,00
(2,3)		3,50
(2,4)		2,00
(3,5)		0,60
(4,5)		1,00

I шаг. Для сокращения выбираем критическую работу (4,5) с минимальным коэффициентом $k(4,5) = 1,00$ руб./день. Текущий запас сокращения времени работы (4,5) на данном шаге равен $Z_T^0(4,5) = Z_{max}(4,5) = 3$ дня. Разность между продолжительностью критического и подкритического путей $\Delta T^0 = T_{кр}^0 - T_{п}^0 = 2$ дня. Поэтому согласно п.3.2 описанной выше общей схеме оптимизации сокращаем работу (4,5) на $\Delta t^1 = \min[3, 2] = 2$ дня. Новая текущая длительность работы $t_T^1(4,5) = 4 - 2 = 2$ дня, а запас ее дальнейшего сокращения сокращается до $Z_T^1(4,5) = 1$ дня. Измененный сетевой график представлен на рис.20.

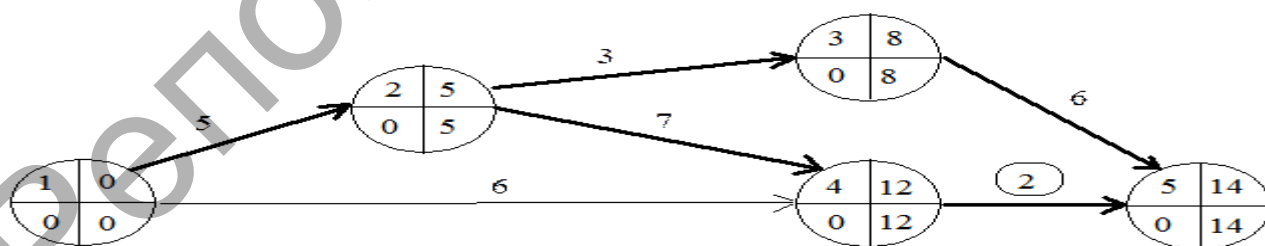


Рисунок 20 – Сетевая модель после первого шага оптимизации

После ускорения работы (4,5) возникли следующие изменения.

Затраты на работу (4,5) возросли на $1,00 \text{ руб./день} \cdot 2 \text{ дня} = 2,00 \text{ руб.}$ и общие затраты на проект составили $C_{пр}^1 = 44,00 + 2,00 = 46,00 \text{ руб.}$

Длительность проекта $T_{кр}^1 = 14$ дней.

Критические пути $L_{кр}^1 = 1,2,3,5$ и $L_{кр}^1 = 1,2,4,5$.

Подкритический путь $L_{п}^1 = 1,4,5$, $T_{п}^1 = 8$ дней.

II шаг. Одновременное сокращение двух критических путей можно провести либо ускорив работу (1,2), принадлежащую обоим путям, либо одновременно ускорив различные работы из каждого пути. Наиболее дешевым вариантом является ускорение работ (3,5) и (4,5) - 1,60 руб./день за обе работы, тогда как ускорение работы (1,2) обошлось бы в 7 руб./день. Поскольку $\Delta T^1 = T_{кр}^1 - T_{п}^1 = 6$, то сокращаем работы (3,5) и (4,5) на $\Delta t^2 = \min[5, 6] = 1$ день. Запасы дальнейшего сокращения времени работ сокращаются до $Z_{т}^2(3,5) = 4$ и $Z_{т}^2(4,5) = 0$ дней. Измененный сетевой график представлен на рис.21.

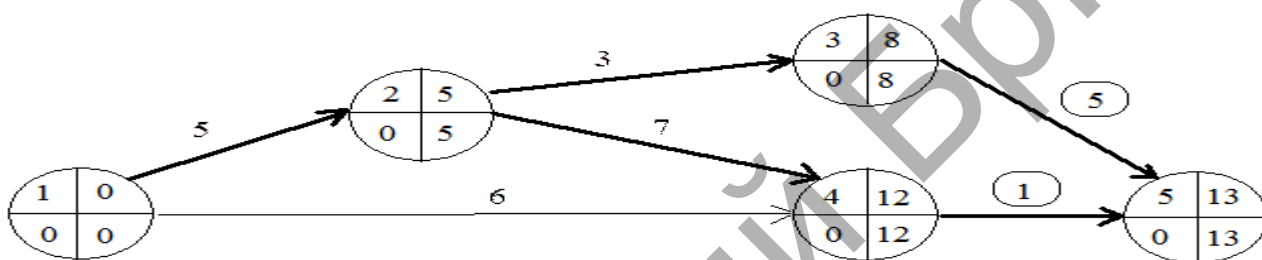


Рисунок 21 – Сетевая модель после второго шага оптимизации

После ускорения работ (3,5) и (4,5) возникли следующие изменения.

Общие затраты на проект составили $C_{пр}^2 = 46,00 + 0,60 \cdot 1 + 1,00 \cdot 1 = 47,60$ руб.

Длительность проекта $T_{кр}^2 = 13$ дней.

Два критических пути $L_{кр}^2 = 1,2,3,5$ и $L_{кр}^2 = 1,2,4,5$.

Подкритический путь $L_{п}^2 = 1,4,5$, $T_{п}^2 = 7$ дней.

III шаг. Поскольку на данном шаге работа (4,5) исчерпала свой запас ускорения, то наиболее дешевым вариантом сокращения обоих критических путей является ускорение работ (3,5) и (2,4) - 2,60 руб./день за обе работы. Сокращаем работы (3,5) и (2,4) на $\Delta t^3 = \min[4, 4, 6] = 4$ дня. Запасы дальнейшего сокращения времени работ (3,5) и (2,4) обнуляются. Измененный сетевой график представлен на рис.22.

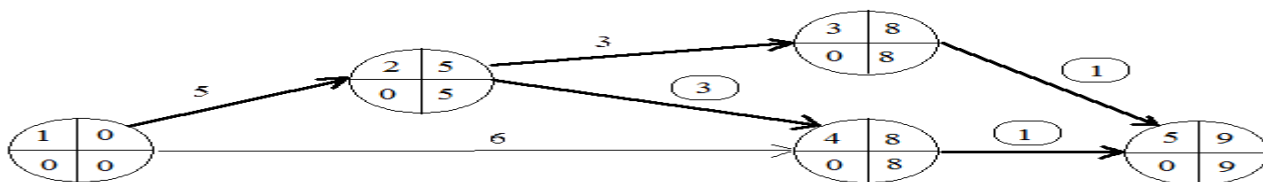


Рисунок 22 – Сетевая модель после третьего шага оптимизации

После ускорения работ (3,5) и (2,4) возникли следующие изменения.

Общие затраты на проект составили

$$C_{\text{пр}}^3 = 47,60 + 0,60 \cdot 4 + 2,00 \cdot 4 = 58,00 \text{ руб.}$$

Длительность проекта $T_{\text{кр}}^3 = 9$ дней.

Два критических пути $L_{\text{кр}}^3 = 1,2,3,5$ и $L_{\text{кр}}^3 = 1,2,4,5$.

Подкритический путь $L_{\text{п}}^3 = 1,4,5$, $T_{\text{п}}^3 = 7$ дней.

IV шаг. Поскольку кроме работы (1,2) все остальные работы критического пути $L_{\text{кр}}^3 = 1,2,4,5$ исчерпали свой запас времени ускорения, то единственным возможным вариантом сокращения обоих критических путей является ускорение работы (1,2). Сокращаем работу (1,2) на $\Delta t^4 = \min[2,2] = 2$ дня. Запас дальнейшего сокращения времени работы (1,2) обнуляется. Измененный сетевой график представлен на рис.23.

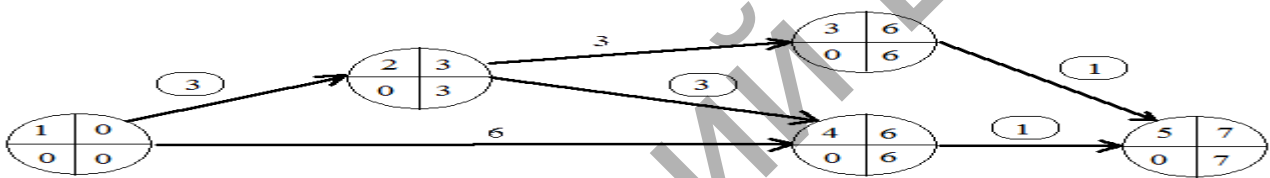


Рисунок 23 – Сетевая модель после четвертого шага оптимизации

После ускорения работы (1,2) возникли следующие изменения.

Общие затраты на проект составили $C_{\text{пр}}^4 = 58,00 + 7,00 \cdot 2 = 72,00$ руб.

Длительность проекта $T_{\text{кр}}^4 = 7$ дней.

Три критических пути $L_{\text{кр}}^4 = 1,2,3,5$, $L_{\text{кр}}^4 = 1,2,4,5$ и $L_{\text{кр}}^4 = 1,4,5$.

Подкритические пути отсутствуют.

Дальнейшая оптимизация стала невозможной, поскольку все работы критического пути $L_{\text{кр}}^4 = 1,2,4,5$ исчерпали свой запас времени ускорения, а значит проект не может быть выполнен меньше, чем за $T_{\text{кр}}^4 = 7$ дней.

Таким образом, при отсутствии ограничений на затраты минимально возможная длительность проекта составляет 7 дней. Сокращение длительности проекта с 16 до 7 дней потребовало 28,00 рублей прямых затрат. В отличие от прямых затрат при уменьшении продолжительности проекта косвенные затраты ($C_{\text{к}} = 1,50$ руб./день) убывают, что показано на графике (см. рис.24). Минимум общих затрат (точка А) соответствует продолжительности проекта 14 дней.

Если же учитывать ограничение по средствам, выделенным на выполнение проекта, $C_0 = 73,00$ рубля, то оптимальным является выполнение проекта за 9 дней (точка В).

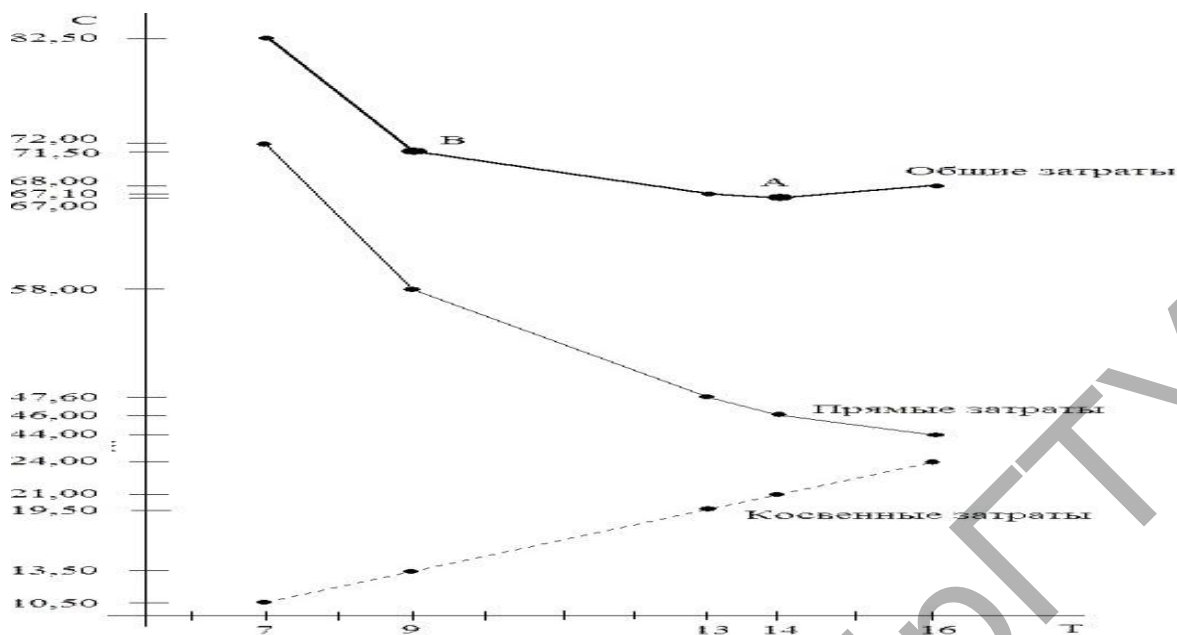


Рисунок 24 – График «Время – затраты»

Практическая работа № 6

Оценка эффективности и экспертиза логистического проекта

Оценка социально-экономической эффективности – ценность для экономики в целом. Данная оценка, в конечном счете, также сводится к расчету денежных показателей, а именно:

- в денежных потоках отражаются эффекты, возникающие в других отраслях экономики, а также в социальной и природоохранной сфере.
- исключаются внутренние потоки проекта, т.е. не учитывается передача денег от одного участника проекта другому;
- производимые продукты оцениваются не в рыночных, а в «специальных экономических» ценах, которые характеризуют «объективную» ценность производимой проектом продукции для экономики. Часто в качестве специальной экономической цены используются просто производственные издержки проекта на единицу продукции.

Показатели оценки эффективности. Оценка эффективности позволяет определить как привлекательность проекта для потенциальных инвесторов, так и его принципиальную реализуемость в конкретных экономических условиях.

Эффективность проекта – категория, отражающая соответствие проекта целям и интересам его участников. Поэтому эффективность оценивается с позиций каждого из них.

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) определяется как величина, полученная дисконтированием (при постоянной ставке процента и отдельно для каждого года) разницы между всеми годовыми оттоками и притоками реальных денег, накапливаемыми в течение жизни проекта. Эта разница дисконтируется к базовому году проекта. Чистые дисконтированные доходы, полученные для каждого года жизни проекта, складываются, чтобы получить ЧДД проекта в це-

лом. Если ЧДД проекта положителен, то прибыльность инвестиций в проект выше нормы дисконта (минимального коэффициента окупаемости). Проект с положительным ЧДД можно считать приемлемым. Внутренняя норма доходности (ВНД) – такая величина E , при которой ЧДД обращается в нуль. Величина ВНД является точным значением доходности проекта. Смысл использования показателя ВНД – прямое сравнение доходности проекта с доходностью банковского вклада или с доходностью альтернативного проекта, если таковой существует. Срок окупаемости – продолжительность от начального момента до момента, когда ЧДД становится и сохраняется неотрицательным. Начальным моментом может выбираться либо базовый год проекта, либо год начала операционной деятельности. Оценка эффективности позволяет определить как привлекательность проекта для потенциальных инвесторов, так и его принципиальную реализуемость в конкретных экономических условиях. Оценка эффективности логистических проектов строится на следующих основных принципах: рассмотрение всего жизненного цикла проекта; моделирование денежных потоков; учет фактора времени (изменение стоимости денег); учет только предстоящих затрат и выгод; сравнение состояний «с проектом – без проекта»; учет интересов различных участников проекта; учет инфляции; учет рисков.

Практическая работа № 7

Контроль, регулирование хода реализации и завершение логистического проекта

Завершает работу описание технико-экономических показателей проекта (время, материалы, трудовые и материальные ресурсы) и финансово-экономические результаты его реализации.

Технико-экономические показатели проекта

Проект представляет собой комплекс мероприятий, направленных на сокращение времени обслуживания клиентов на складе предприятия.

В рамках мероприятия повышения оснащённости склада требуемым оборудованием проектом предусматривается:

1. Приобретение двухаппарельной мобильной рампы и 4 единиц подъёмно-транспортного оборудования (электропогрузчиков) на сумму 206 512 рублей;

2. Приобретение материальных ресурсов (спецодежды и канцелярских принадлежностей) на сумму 425 рублей;

3. Для реализации проекта будет задействовано 23 человека, из которых:

- 15 человек – сотрудники предприятия, являющиеся исполнителями проектных работ;

- 1 человек – привлеченный сотрудник, работающий на основании договора подряда;

- 1 привлеченная организация – ООО «Актуальные решения».

В реализации проекта будут задействованы следующие отделы предприятия:

- Отдел охраны;

- Отдел эксплуатации и МТС;

- Отдел информационных технологий и связей;
- Отдел кадров;
- Отдел логистики;
- Склад;
- Экономический отдел;
- Юридический отдел;
- Бухгалтерия;

Общие расходы на труд планируются в объеме 9421,00 рублей.

4. Выполнение проекта предполагает заключение договора с ООО «Актуальные решения» для выполнения работ по установке WMS-системы, монтажу сети, обучению сотрудников на сумму 46 500 рублей.

Общие расходы на осуществление проекта составят 262 858 бел. руб. Время реализации проекта составит 60 дней.

Результатом реализации данного проекта прогнозируется получить сокращение времени обслуживания клиентов на складе на 27% и увеличение прибыли на 9% за счет повышения спроса на складские услуги предприятия со стороны клиентов.

Лабораторная работа № 6 **Презентация логистического проекта**

Важно уметь эффективно презентовать проект. Часто прекрасно проработанный проект является незамеченным и недооцененным из-за неумения инициатором его презентовать.

В случае логистического проекта целевую аудиторию чаще всего составляют потенциальные инвесторы, кредиторы, представители органов государственной власти, оказывающих государственную поддержку при реализации проекта.

Презентация проекта – это больше, чем реклама, так как при правильной постановке задачи презентации она может способствовать росту эффективности инвестиционного проекта в период подготовки к ней, а также структурированию многих ответов, возникающих в процессе подготовки презентации.

Главная цель презентации проектов – это логичное убеждение целевой аудитории в реальной конкурентоспособности проекта на основе расчетов и последовательного обоснования его эффективности.

Презентация проекта – это короткое структурированное изложение основных разделов проекта, обоснование его жизнеспособности и конкурентоспособности, расчет эффективности и прибыльности проекта. Таким образом, в центре внимания должна быть конкурентоспособность проекта, а его представление и презентация – это логичное, последовательное и эффективное доказательство преимуществ представляемого проекта по сравнению с другими.

В результате неудачной презентации проект будет либо вообще не начат, либо досрочно прекращен, либо вместо стратегического сотрудничества с инвесторами, кредиторами, представителями региональной власти будет краткосрочное взаимодействие и отказ оказания поддержки в продвижении проекта.

Но при этом инициаторы проекта теряют главное: свой имидж, историю своих удачных проектов, репутацию.

Структура слайдового сопровождения презентации проекта.

Представление логистического проекта в Microsoft Power Point является оптимальной возможностью презентовать данные, совмещая текстовую информацию, визуальные средства и непосредственное описание проекта потенциальному инвестору.

Структура презентации, как правило, соответствует структуре бизнес-плана проекта. Не следует забывать, что представление не должно быть перегружено информацией и в него должны попасть только основные сведения. В неторопливом режиме представление проекта не должно превышать 15-20 минут. Из этого времени на саму презентацию отводится 10-15 минут и 5-10 минут на ответы на вопросы целевой аудитории. В таблице 17 представлена примерная структура слайдовой презентации проекта.

Таблица 17 – Структура слайдовой презентации проекта

№ слайда	Описание слайда
1 слайд. Название логистического проекта	Название, ФИО автора
2 слайд. Актуальность проекта	Описание проблемы, которая будет решена в результате реализации проекта
3 слайд. Суть проекта и место реализации	Краткое описание предприятия, на котором предполагается реализация проекта
4 слайд. Краткая информация об организации	Месторасположение, руководитель, существующие производственные мощности
5 слайд. Этапы реализации проекта	Основные и второстепенные этапы реализации проекта
6 слайд. Объем и источники финансирования	Финансирование проекта по этапам, и из каких источников
7 слайд. Стадия проекта	Описание проделанной работы
8-9 слайды. Технологические решения проекта	Описываются применяемые технологии, приобретаемое оборудование
10 слайд. Потребители и рынок сбыта	Существующий платежеспособный спрос на продукцию/услуги, информация о потенциальных рынках сбыта
11 слайд. Конкурентные преимущества проекта	Преимущества применяемой технологии, оборудования и т.д.
12 слайд. Экономические показатели проекта	Срок окупаемости проекта, внутренняя норма доходности проекта, предполагаемый объем продаж реализации, объем прибыли
13 слайд. Ожидаемые результаты проекта	Социально-экономическая эффективность проекта
14 слайд. Потребность в содействии реализации проекта	Предпочтение в выборе кредитора, виды государственной поддержки
15 слайд. Спасибо за внимание!	Благодарность за просмотр презентации

Учитывая практику проведения презентаций, показ слайда сопровождается комментариями выступающего, и среднее время, отводимое на один слайд, может составлять 30-40 секунд. Для того, чтобы во время презентации аудитория успевала прочитать размещаемый на слайдах материал, их количество не должно превышать 15-20 слайдов.

При этом на этих 15-20 слайдах должна быть отражена вся ключевая информация по проекту, начиная от описания самой технологии и заканчивая финансовыми показателями проекта. Если в презентации есть необходимость привести какую-либо информацию, полученную со стороны, по возможности указывайте ее первоисточник: результаты маркетинговых исследований, отзывы экспертов, материалы в СМИ, книги, выступления компетентных лиц и экспертов и т.д. Будьте готовы подтвердить и обосновать свои выводы и показатели, сделанные и рассчитанные на основе анализа имеющихся данных.

Дизайн и оформление слайдовой презентации.

Следует большое внимание уделить также оформлению и стилю презентации, выбору цветового решения. Переключение слайдов должно проходить достаточно быстро. Следует учесть, что при наличии большого количества графиков и диаграмм, которые требуют внимания и пояснений, быстрая смена «картинки» произведет отрицательное впечатление.

Используйте максимум только 3 цвета. Используйте максимум только 2 шрифта. Не используйте трудночитаемые шрифты: шрифты со всевозможными завитушками и шрифты с засечками. Не используйте шрифт с размером кегля менее 12. При выборе цвета шрифтов соотносите их с цветом фона страницы с целью обеспечения достаточной контрастности при чтении. Любой материал, включенный в презентацию, в том числе и графический, должен нести смысловую нагрузку. Если иллюстрационного материала не хватает, используйте поиск картинок в Интернете или в базе данных графических изображений. Используйте по максимуму графический материал, по возможности сводите числовые данные за различные периоды в графики и диаграммы.

Используйте таблицы, структурируйте материал для лучшего понимания информации. Однако избегайте очень больших таблиц, в этом случае лучше всего убрать часть столбцов (строк), вынеся их в полное описание проекта. Помните, из всех вариантов представления информации наиболее предпочтителен графический как наиболее наглядный. Не злоупотребляйте анимацией. Используйте ее, только если есть необходимость показать движение или развитие событий. Не используйте анимацию в местах, где без нее вполне можно обойтись, например, при смене слайдов.

Рекомендации по проведению презентационной сессии.

При выступлении нет необходимости просто читать содержимое слайдов, смотрящие презентацию смогут прочесть информацию, представленную на слайдах, самостоятельно. Сопровождайте показ слайдов своими комментариями по проекту, используя размещенную на слайдах информацию как иллюстрацию своих слов. Для себя во время выступления вы сможете использовать содержимое слайдов как подсказку, ориентиры, по которым вы строите устную презентацию. Можете подготовить письменную шпаргалку, тезисы вашего выступления на отдельном листе, однако чтение по заранее написанному тексту крайне нежелательно. Если есть возможность, принесите на презентацию раздаточный материал. Если такой возможности нет, можете вставить в презентацию демонстрационные фото- и видеоматериалы о вашей продукции/технологии. Для того чтобы убедиться, что ваш темп ведения презентации позволит уложиться в отведенное время, несколько раз проведите предварительную репетицию презентации.

Особенно обратите внимание на наличие во время выступления неуместных пауз и фраз-паразитов, часто повторяющихся и не несущих смысловой нагрузки. Проконтролируйте темп вашего выступления, вы не должны говорить не слишком быстро и не слишком медленно. Следите за своими жестами во время выступления. Целью презентации является предоставление не максимального, а минимального количества информации, необходимого для восприятия и понимания сути проекта. Не используйте сленг и постарайтесь свести до необходимого минимума использование специальной терминологии. Целью на презентационной сессии является представление логистического проекта, а не освещение собственных успехов и достижений.

Дополнительные материалы, которые можно подготовить к презентации:

- рекламные материалы в печатной форме, например краткая брошюра с описанием продукта/технологии, материалы, описывающие историю компании;
- копии экспертных отзывов и результатов лабораторных исследований, подтверждающие заявленные характеристики продукта;
- распечатки слайдов презентации в режиме выдачи;
- несколько электронных носителей с записанными на них материалами по проекту.

Во время проведения презентации не забудьте сообщить собравшимся о наличии этих дополнительных материалов, сообщив, что их можно будет получить после окончания презентационной сессии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бусыгин, А.В. Деловое проектирование и управление проектом / А.В. Бусыгин. - М.: ИП Бусыгин, 2014. - 518 с.
2. Гордон, Уэбстер Планирование и управление проектами для менеджеров / Уэбстер Гордон. - М.: Дело и сервис (ДиС), 2015. - 355 с.
3. Грашина, М. Н. Основы управления проектами / М.Н. Грашина, В.Р. Дункан. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. - 240 с.
4. Драган, З. Милошевич Набор инструментов для управления проектами / Драган З. Милошевич. - М.: Компания АйТи, ДМК Пресс, 2015. - 736 с.
5. Кудрявцев, Е. М. Project 2003. Сетевое планирование и управление проектами / Е.М. Кудрявцев. - М.: ДМК Пресс, 2014. - 240 с.
6. Куперштейн, Владимир Microsoft Project 2007 в управлении проектами (+ CD-ROM) / Владимир Куперштейн. - М.: БХВ-Петербург, 2017. - 560 с.
7. Лич, Лоуренс Вовремя и в рамках бюджета. Управление проектами по методу критической цепи / Лоуренс Лич. - М.: Альпина Паблишер, 2016. - 360 с.
8. Локк, Дэннис Основы управления проектами / Дэннис Локк. - М.: Гиппо, 2016. - 242 с.
9. Орлова, Е. Р. Методическое пособие по курсу "Системный анализ и управление проектами" / Е.Р. Орлова. - М.: Ленанд, 2017. - 374 с.
10. Шкрыль, Андрей MS Project 2007. Современное управление проектами / Андрей Шкрыль. - М.: БХВ-Петербург, 2017. - 256 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Практическая работа № 1 Выбор и обоснование логистической проблемы для объекта исследования	
Практическая работа № 2 Декомпозиция выявленной проблемы с применением метода «диаграммы Исикавы»	
Практическая работа № 3 Структура разбиения работ	
Практическая работа № 4 Назначение ответственных исполнителей	
Практическая работа № 5 Разработка плана по вехам	
Лабораторная работа № 1 Сетевое планирование	
Лабораторная работа № 2 Диаграмма Ганта	
Лабораторная работа № 3 Определение затрат по проекту	
Лабораторная работа № 4 Управление рисками логистического проекта	
Лабораторная работа № 5 Оптимизация логистического проекта по 3-м критериям: времени, исполнителям, материалам	
Практическая работа № 6 Оценка эффективности и экспертиза логистического проекта	
Практическая работа № 7 Контроль, регулирование хода реализации и завершение логистического проекта	
Лабораторная работа № 6 Презентация логистического проекта	

Учебное издание

Составители:

Омельянюк Александр Михайлович

Шишко Елена Леонидовна

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по дисциплине

«УПРАВЛЕНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИМИ ПРОЕКТАМИ»

для студентов специальности «Логистика»

дневной и заочной формы обучения

Ответственный за выпуск: Омельянюк А.М.

Редактор: Боровикова Е.А.

Компьютерная вёрстка: Соколюк А.П.

Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано к печати 07.06.2019 г. Бумага «Performer». Формат 60x84 ¹/₁₆.

Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л. 3,72. Уч. изд. л. 4,0.

Заказ № . Тираж 21 экз. Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Брестский государственный технический университет»

224017, г. Брест, ул. Московская, 267.