МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«Уральский государственный лесотехнический университет»
(УГЛТУ)

О.А. Карасева

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ

Учебное пособие

Екатеринбург
2019

УДК 338.2(075.8)
ББК 65.291.217я73
К 21

Рецензенты:

кафедра финансов, учета и ценных бумаг Уральского института фондового рынка и ценных бумаг – доц. канд. эконом. наук А.В. Болотин;

Чащин В.В. – д-р. эконом. наук, профессор ректор АНО ВО Уральского института фондового рынка

Карасева, О.А.

К 21 Управление проектами: учебное пособие / О.А. Карасева. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2019. – 99 с.

ISBN 978-5-94984-696-4

Рассматриваются основные аспекты методологии управления проектами. Раскрываются современные подходы к анализу и возможному применению информационных технологий на этапах планирования проекта.

Пособие будет полезно для организации самостоятельной работы обучающихся по направлению 27.03.02 «Управление качеством», 09.03.03 «Прикладная информатика».

Печатается по решению редакционно-издательского совета Уральского государственного лесотехнического университета

УДК 658.5+004.9
ББК 65.291.217я73

ISBN 978-5-94984-696-4

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2019
© Карасева О.А., 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 5
Глава 1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ 7
Глава 2. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ 9
Глава 3. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ИХ РЕШЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ 10
Эффективность реализации проекта и ее виды 10
Задачи оптимизации инвестиции 11
Пример задачи оптимизации инвестиций в проекты... 13
Задача «Выбор портфеля ценных бумаг»..... 16
Управление проектными рисками 19
Основные подходы к оценке риска 20
Подготовка экспертизы 25
Отбор экспертов 28
Метод Дельфы 30
Основные результаты использования метода Дельфы 34
Задача на тему «Метод сценариев» 35
Деревья решений 37
Задача с вазами 39
Глава 4. ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ 45
Процессы инициализации 45
Процессы планирования 46
Процессы выполнения 47
Процессы мониторинга и регулирования 48
Процессы завершения 48
Области знаний в управлении проектами 49
Глава 5. ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОЕКТА. ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПРОЕКТА 51
Структура проекта 52
Дерево целей проекта 53
Структура продукции 54
Структура разбиения работ 54
Сетевая модель 56
Организационная структура проекта 62
Матрица ответственности 63
Структура ресурсов 63
Структура стоимости 65

Глава 6. РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ 66
Пример построения диаграммы Ганта с помощью универсальных программных средств (MS Excel) 66
Описание технологии решения 67
Анализ критического пути 70
Глава 7. РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ 75
Система управления проектами MS Project 75
Планирование содержания и определения структуры работ на стадии предварительного планирования 76
Создание нового файла проекта 76
Уточнение рабочего времени проекта 79
Определение состава задач с оценкой продолжительности их выполнения 79
Формирование ресурсного обеспечения – трудозатрат 80
Назначение ресурса задаче 81
Формирование связей задач графика проекта 84
Формирование списка предшественников 85
Альтернативный способ управления взаимосвязью задач 86
Введение временной задержки между взаимосвязанными задачами 87
Оценка стоимости проекта 88
Формирование таблиц тарифных ставок 90
Использование таблиц тарифных ставок 91
Бюджет проекта и работа с ним 93
Просмотр данных о бюджете проекта в форме представления информации. Использование задач 93
Просмотр данных о бюджете проекта в представлении. График ресурсов 94
Список использованной литературы 98

ВВЕДЕНИЕ

Управление современными организациями представляет собой сложный процесс. Возникновение сложных проблемных ситуаций, наличие жесткой конкуренции в условиях рыночной экономики необходимо решать с применением разнообразных научных подходов.

В большинстве случаев для успешного существования любой компании, а также для достижения ее перспективных целей требуется, чтобы управление, организация и планирование ее деятельности были организованы на следующих уровнях:

– стратегическое управление, ориентированное на перспективу, имеющую порядок от цикла реализации характерного заказа (проекта) и более. При этом период планирования составляет несколько лет;

– оперативное управление, в большинстве случаев ориентированное на период планирования от 1 месяца до года;

– текущее (операционное) управление, предназначенное в основном для обеспечения работ в данный момент времени и в течение ближайшего планового периода.

Важнейшим инструментом управления деятельностью на уровне текущего и отчасти оперативного управления является методология управления проектами. В этой отрасли знания сформировались общепризнанные терминология и стандарты универсальных процессов управления, методы и средства работы. Сложились даже принципы международной сертификации специалистов.

Данное учебное пособие будет полезно для формирования у обучающихся системы знаний в различных предметных областях, т. к. методология «Управления проектами» представляет собой совокупность множества процессов, связанных с внедрением проектного управления.

Учебное пособие состоит из 7 глав и содержит краткие характеристики методов управления проектами и примеры использования некоторых из них, в том числе с использованием информационных технологий. Особое внимание уделено использованию различных программных средств.

Глава 1 содержит краткую характеристику методологии управления проектами.

Глава 2 посвящена обзору организационных аспектов управления проектами.

Глава 3 посвящена экономическим вопросам в управлении проектами и использованию для их решения универсальных инструментальных программных средств. В главе рассматриваются некоторые методы принятия решений и способы моделирования рисковых ситуаций с помощью универсальных программных средств, предназначенных широкого круга задач, в том числе с использование программного продукта MS Excel.

Глава 4 идентифицирует процессы управления проектами.

Глава 5 посвящена процессу планирования проекта. Иерархическая структура проекта представлена описанием различных по назначению диаграмм.

В главе 6 приводятся примеры реализации процессов календарного планирования (диаграммы Ганта) с использованием универсальных инструментальных программных средств (MS Excel).

Так, в главе 7 приведен пример применения специализированного программного продукта, предназначенного для решения относительно однородных задач с помощью технологий управления проектами (MS Project 2013).

Глава 1

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ

Проект – это совокупность, комплекс задач и действий, имеющих следующие отличительные признаки:

– четкие конечные цели, взаимосвязи задач и ресурсов;

– определенные сроки начала и окончания проекта;

– наличие признаков новизны целей и условий реализации;

– вероятность появления различных конфликтных ситуаций вокруг и внутри проекта.

Проект — это временное предприятие, предназначенное для создания уникальных продуктов, услуг или результатов. Из этого определения можно сделать вывод о том, что всем проектам присущи три важные характеристики [1].

1. Наличие дат начала и завершения (этим проектная деятельность отличается от операционной, рутинной деятельности предприятия).

2. Результат каждого проекта – уникальный продукт или услуга. Этим проектная деятельность также отличается от операционной.

3. Направленность проекта на достижение определенных целей. Успешным считается проект, который с учетом ресурсных ограничений позволяет полностью реализовать поставленные цели.

Результаты работы по выполнению проекта могут быть самыми различными и классифицироваться по-разному. Они могут быть:

– конкретными (продукция, организация, здание и т.д.) и абстрактными (планы, знания, опыт, метод и т.д.);

– текущими (технология, документация, подписанные контракты);

– конечными (прибыль, продукт, знания и т.д.).

Управление проектами в связи со сложностью требует использования системного подхода, который предполагает рассматривать элементы проекта и их функционирование во взаимосвязи и взаимозависимости.

Большое значение в менеджменте проектов отводится магическому треугольнику [1], состоящему из угловых точек затрат, сроков и качества (рис. 1).

Рис. 1. Магический треугольник управления проектами:
× – идеальная точка

Магический треугольник демонстрирует, что затраты и сроки находятся в противоречивой зависимости, то же касается затрат и качества, а также сроков и качества. Для того чтобы, находясь под давлением времени, суметь выдержать сроки или ускорить их, необходимо повышение затрат. Одновременно продление сроков также может быть связано с повышением затрат, поскольку возможно последующее улучшение сделанного или обеспечение результатов проекта. Таким образом, изменение какого-то одного из ограничений обычно приводит к изменению хотя бы еще одного. Управление проектами, с этой точки зрения, представляет собой поиски баланса между такими ограничениями.

Из получающихся соотношений между затратами, сроками и качеством невозможно вывести абсолютно верный алгоритм действий. Необходимо определить, какой из элементов составляет наиболее узкое место.

Некоторые проекты подчиняются аспекту снижения их стоимости (например, создание проекта модели продукта бытовой техники эконом-класса), поэтому, вероятнее всего, именно затраты окажутся искомым узким местом. В этом случае менеджмент проектов в процессе планирования и осуществления должен попытаться уделить наибольшее внимание именно этому фактору.

В некоторых проектах возникает необходимость обязательного соответствия определенным срокам (например, подготовка спортивных сооружений к олимпиаде). Здесь задачей менеджмента проекта становится выдвижение на первый план именно этого аспекта.

Если целью проекта является достижение именно определенного уровня качества (например, проект создания космического корабля), основное внимание обращается на этот фактор.

Эти три политики дают менеджменту проектов ориентир в том, в каком направлении в ходе осуществления проекта следует действовать в первую очередь. Успех проекта в данном случае определяется местом его расположения в системе концентрических кругов треугольника (рис. 1). Следовательно, возможны три варианта менеджмента проектов.

1. Направленность на гравитационный центр тяжести в середине концентрических кругов магического треугольника для достижения идеальной точки в менеджменте проекта.

2. Реализация точки внутри концентрических кругов с легким предпочтением одной из угловых точек треугольника и отдачей ей некоторого предпочтения.

3. Реализация точки за пределами концентрических кругов со значительным предпочтением соответствующего приоритета, т.е. сроков, затрат или качества.

Глава 2

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ

Управление проектами в значительной мере ориентировано не только на сам проект, но и на среду, в которой он реализуется. Эта методология подразумевает сбалансированное сочетание интересов всех участников проекта, их ответственности и прав.

К числу участников проекта относятся заказчики, потребители, инвесторы, поставщики, участники работ, команда проекта.

В качестве принципиально противоположных схем организации управления можно указать *функциональную и проектную* схемы [1].

Функциональная схема ориентирована на постоянную организацию, которая существовала до начала проекта и будет существовать после его окончания. Например, это строительное управление, для которого каждый строящийся объект является проектом. Такая схема управления обладает высокой устойчивостью.

В проектной организации над проектом работают люди, полностью занятые только этим проектом. В них нет громоздких управленческих структур с характерной для них подчиненностью. После завершения проекта созданная для его реализации организация перестает существовать.

Между функциональной и проектной организациями могут существовать разнообразные *формы матричных схем* организации, для которых характерно смешение элементов проектной и функциональной схем.

Для управления проектами характерно формирование команд проектов во главе с руководителями (менеджерами) проектов. В некоторых случаях команда проекта состоит из менеджера проекта и минимального штата, а под их управлением привлекаются необходимые специалисты отделов и служб компании (*матричная организация*).

Глава 3

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ИХ РЕШЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

Эффективность реализации проекта и ее виды

Эффективность проекта определяется его способностью создавать дополнительную прибыль (или экономию) на единицу привлеченных ресурсов.

Основным требованием при оценке эффективности проекта является учет разновременности затрат и приведение их к единому периоду времени – дисконтирование. Методы оценки эффективности проекта представляют собой инвестиционные расчеты.

Необходимость дисконтирования затрат и результатов проекта связана с потребностью сегодня принимать решения и оценивать их последствия (в том числе инвестиционно-финансового характера), которые могут наступить через некоторый, в некоторых случаях весьма отдаленный период времени. Денежные средства, которые выплачи-

ваются сегодня, имеют другую реальную ценность, чем те, которые будут выплачены в будущем [1].

Задачи оптимизации инвестиций

Основная цель решения этого класса задач – найти оптимальное распределение (вложение) финансовых средств, доставляющих максимальную прибыль (в будущем) по истечении срока действия инвестиционного проекта. Для этих задач характерно наличие большого разнообразия способов вложения средств, использование ограничений в виде равенств, определяющих разделение общей суммы инвестиционных вложений на части – вложения в различные проекты. Число таких ограничений зависит от сроков реализации инвестиционных проектов. При этом на каждом временном отрезке, связанном с инвестициями, в ЭТ «появляются» новые варьируемые переменные. Такие переменные определяют процесс деления прибыли, полученной на предыдущем этапе инвестиции, на части – вложения в проекты на последующем этапе.

При большом выборе инвестиционных проектов с различными сроками окупаемости и коэффициентами прибыли этих задач ставятся весьма сложными и трудно формализуемыми.

В качестве информационных технологий для систем поддержки принятия решений (и в управлении проектами в том числе) используется Excel, надстройка *Solver* (*Поиск решения*).

Средство *Поиск решения* Microsoft Excel является инструментом оптимизации и распределения ресурсов. Вы можете найти наилучший вариант использования ограниченных ресурсов, обеспечивающий максимальное значение для одних величин, например прибыли, или же минимальное – для других, например затрат.

Для того чтобы применить *Поиск решения*, необходимо сформулировать решаемую задачу.

Для решения таких задач необходимо построить математическую модель. Процесс построения модели можно начать с ответа на три вопросах.

1. Для определения каких величин строится модель (т.е. каковы переменные модели)?
2. В чем состоит цель, для достижения которой их множества всех допустимых значений переменных выбираются оптимальные?
3. Каким ограничениям должны удовлетворять неизвестные?

Отвечая на эти три вопроса, определяем целевую функцию (и соответствующую ей ячейку), изменяемые ячейки и те ограничения, которые будут учитываться в процессе анализа.

Целевая ячейка – это ячейка рабочего листа, для которой нужно найти максимальное, минимальное или заданное значение.

Изменяемые ячейки – это ячейки, от которых зависит значение целевой функции. Поиск решения подбирает значения изменяемых ячеек до тех пор, пока не будет найдено решение.

Ограничение – это значение ячейки, которое должно находиться в определенных пределах или удовлетворять целевым значениям. Ограничения могут быть наложены на целевую функцию и изменяемые ячейки.

Команда *Поиск решения* позволяет решать оптимизационные задачи трех типов:

– линейные;

– нелинейные;

– целочисленные.

Линейные и нелинейные оптимизационные задачи отображают зависимости между элементами задачи в виде формул на рабочем листе.

Целочисленные задачи возникают при наложении ограничения целочисленности на любой элемент задачи.

Задача становится нелинейной, если между ее элементами возникает хотя бы одна непропорциональная зависимость. Нелинейная зависимость может возникнуть в следующих случаях:

– при перемножении или делении изменяемых ячеек;

– если в задаче используется возведение в степень;

– если используются встроенные функции типа КОРЕНЬ(), или любая из логарифмических функций.

Если известно, что решаемая задача линейна, то процесс решения можно значительно ускорить, установив в диалоговом окне *Параметры* флажок *Линейная модель*.

Общий вид окна для установления параметров поиска оптимального решения представлен на рис. 2. В случае отсутствия надстройки Поиск решения на ленте следует пройти путь: *Файл, Параметры, Надстройки, Поиск решения* для включения ее в ленту.

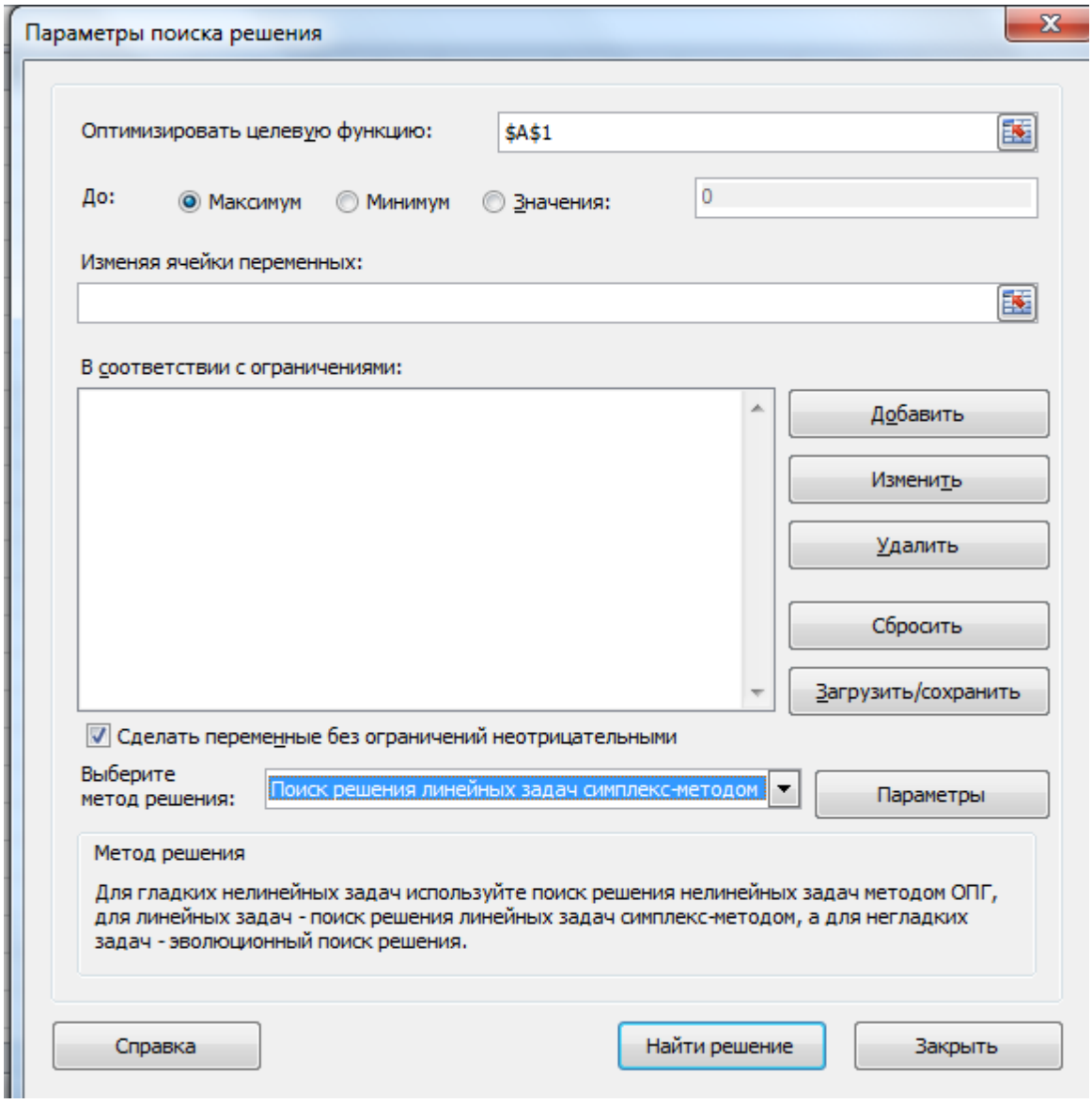


Рис. 2. Общий вид окна *Поиск решения*

Пример задачи оптимизации инвестиций в проекты

Денежные средства могут быть использованы для финансирования двух проектов. Проект А гарантирует получение прибыли в размере 0,7 руб. на вложенный рубль через год. Проект В гарантирует получение прибыли в размере 2 руб. на каждый инвестированный рубль, но через два года. При финансировании проекта В период инвестиций должен быть кратным двум годам. Как следует распорядиться капиталом в 100 тыс. руб., чтобы максимизировать суммарную величину прибыли, которую можно получить через три года после начала инвестиций?

Математическая формулировка задачи

Содержимое изменяемых ячеек

Xa, Ya – вложения в проект A; Xb, Yb – вложение в проект B.

Возможные инвестиции могут быть иллюстрированы схемой, приведенной на рис. 3.

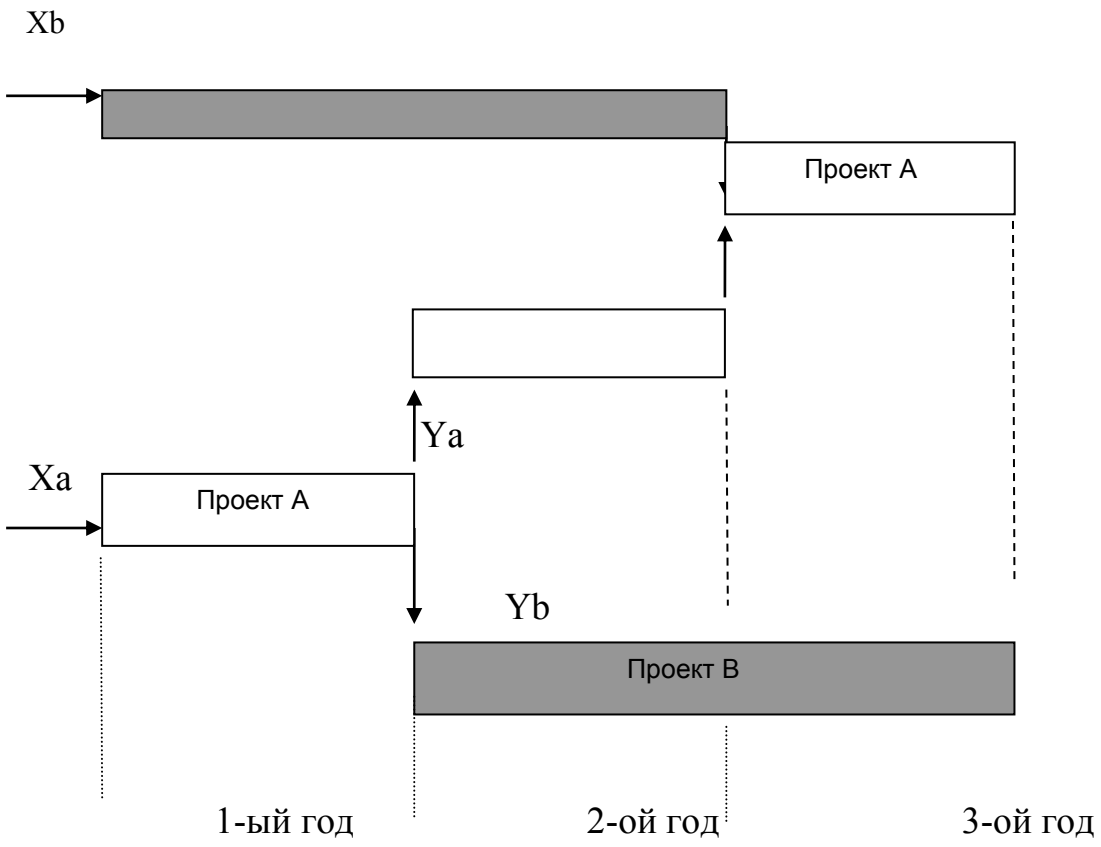


Рис. 3. Оптимизация инвестиций в проекты

В этой схеме стрелки определяют возможные вложения в проекты, а символические обозначения на стрелках – объемы таких вложений. Из приведенной схемы следует, что в исследуемой системе существуют только два возможных срока вложений – начало первого года и начало второго года. Суммы вложений в эти сроки определяют содержимое изменяемых ячеек. «Точка вложений» в начало третьего года одна, в нее вкладываются все доходы от предыдущих вложений. Эта точка не связана с какими-либо вариациями сумм.

Ограничения:

$Xa + Xb = 100\ 000;$

$Ya + Yb = (1 + 0{,}7)\cdot Xa$

Целевая фцнкция:

$Z = Ya\cdot(1 + 0{,}7)^2 + Yb\cdot(1 + 2) + Xb\cdot(1 + 2)\cdot(1 + 0{,}7).$

Максимизировать Z.

Представление этой задачи в форме электронной таблицы (ЭТ) целесообразно оформить в следующем виде (рис. 4).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1			1-ий год		2-ой год		3-ий год	
2		Коэфиуент отдачи	Вложения	Выход	Вложения	Выход	Вложения	Выход
3	Проект А	0,7						
4	Проект В	2						
5	Итого							
6	Первоначальная сумма вложений							1000000

Рис. 4. Вид электронной таблицы для задачи «Оптимизация инвестиций в проекты»

Формулы для решения задачи предложены в табл.1.

Таблица 1

Решение задачи «Оптимизация инвестиций в проекты»

Ячейка	Формула
C5	=C3+C4
D3	=C3*(1+B3)
D5	=D3
E5	=E3+E4
F3	=E3*(1+B3)
F4	=C4*(1+B4)
F5	=F3+F4
G3	=F5
H3	=G3*(1+B3)
H4	=E4*(1+B4)
H5	=H3+H4
Поиск решения	
Целевая ячейка	H5
Ограничения	C5=E5; E5=D5
Изменяемые ячейки	C3:C4, E3:E4
В двух первых размещаются вложения перво-го года, в двух последних – второго года	

Читателю предлагается решить задачу в Excel, используя данное руководство.

Задача «Выбор портфеля ценных бумаг»

Если денежные средства вложены в несколько объектов, полученные от инвестирования ценные бумаги образуют портфель активов.

Доходность портфеля характеризуется средневзвешенной доходностью его составляющих, которая для портфеля из двух активов рассчитывается по формуле

$$Д = W_a \cdot D_a + W_b \cdot D_b , \qquad (1)$$

где Д – общая доходность портфеля;

W_a – удельный вес актива А;

D_a – доходность актива А;

W_b – удельный вес актива В;

D_b – доходность актива В.

Будущая стоимость ценных бумаг (в отличии от текущей) не определена, зависит от большого количества различных факторов. Количественная мера этой неопределенности называется риском.

В данном случае методы линейного программирования можно использовать для контроля систематического риска при формировании портфеля активов.

Допустим, имеется множество активов A_i $(i = 1 \div m)$, а ожидаемые доходы для них соответственно равны D_i. Доли каждого из этих активов в портфеле соответственно равны W_i и являются переменными, которые могут корректироваться для достижения цели. Риск портфеля R определяется как средневзвешенная величина рисков активов r_i.

Цель процедуры оптимизации заключается в максимизации дохода по портфелю при ограничении максимального размера риска портфеля и решена как задача линейной оптимизации в MS Excel (Поиск решения).

В этом случае необходимо определить оптимальные пропорции (веса) каждого из активов, которые приведут к максимально ожидаемому доходу при условии заданного максимума уровня риска. Эта задача может быть сформулирована следующим образом.

Ограничения:

1) риск R портфеля не должен превышать $R_{доп}$;

2) в каждый актив должны быть проведены положительные инвестиции;

3) все средства должны быть полностью инвестированы.

Таким образом, ограничения имеют следующий вид:

$$\sum_{i=1}^{m} W_i \cdot r_i \leq R_{доп} \quad , \qquad (2)$$

где все активы могут иметь только неотрицательные веса:

$$0 \leq W_i \geq 1, \qquad (3)$$

причем $\sum_{i=1}^{m} W_i = 1$, поскольку средства должны быть полностью инвестированы.

Все ограничения линейны. Целевая функция имеет вид:

$$Д = \sum_{i=1}^{m} W_i \cdot Д_i \quad \rightarrow \max. \qquad (4)$$

Поскольку доход по каждому активу предопределен, то только веса могут быть изменяемыми в целевой функции.

Подготовьте задачу к решению, введите в таблицу Excel формулы, как показано на рис. 5.

В ячейки F4: F6 соответственно:

=E4*B11

=E5*B11

=E6*B11.

В ячейку F7 заносим формулу =СУММ(F4:F6).

В ячейку D7 заносим формулу =СРЗНАЧ(D4:D6).

Формулу целевой функции заносим в ячейку C13

=СУММПРОИЗВ(E4:E6;D4:D6).

Ограничения:

В ячейку C14 заносим формулу =СУММ(E4:E6).

В ячейку D13 заносим формулу =A10.

В ячейку D14 заносим 1.

Изменяемые ячейки E4:E6.

Заполняет окно Параметров *Поиск решения* (рис. 6).

Выбор портфеля ценных бумаг - Microsoft Excel

B1 | Выбор портфеля ценных бумаг

	A	B	C	D	E	F
1		Выбор портфеля ценных бумаг				
2						
3		Активы	Ожидаемый доход	Риск актива	Доли активов в портфеле	
4		1	20000	10000	0,01	=E4*B11
5		2	40000	8000	0,35	=E5*B11
6		3	45000	10000	0,64	=E6*B11
7				=СРЗНАЧ(D4:D6)		=СУММ(F4:F6)
8						
9	Допустимый риск					
10	9300					
11	Инвестиции	500000				
12	Максимально ожидаемый доход			=СУММПРОИЗВ(E4:E6;C4:C6)		
13	Риск портфеля допустимый		=СУММПРОИЗВ(E4:E6;D4:D6)	=A10		
14			=СУММ(E4:E6)	1		
15						
16						
17						

Лист1 Лист2 Лист3

Рис. 5. Электронная таблица для задачи «Выбор портфеля ценных бумаг» в режиме отображения формул

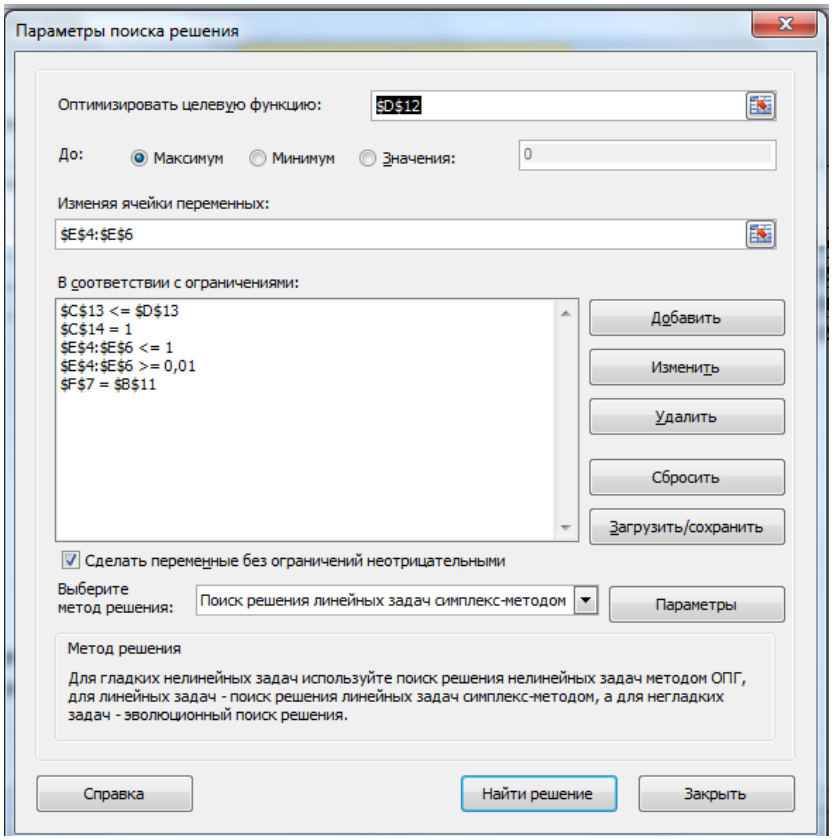
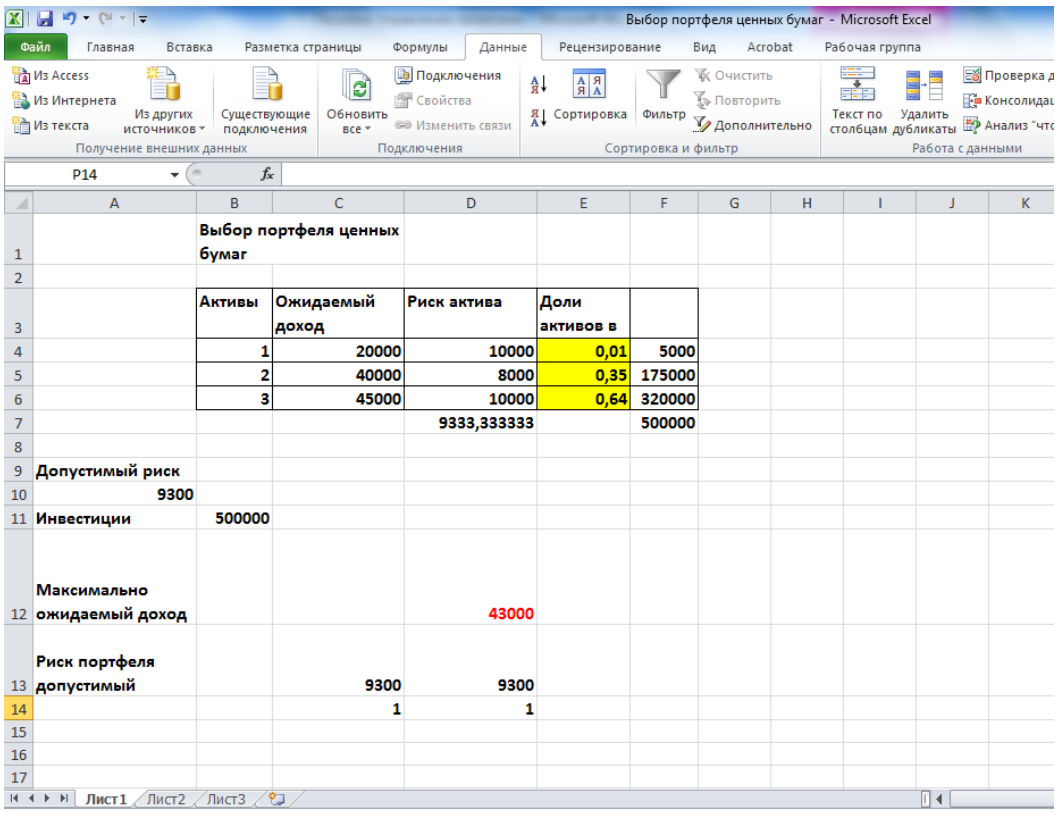


Рис. 6. Параметры поиска решения

Пример с исходными данными и результатами представлен на рис. 7.



	A	B	C	D	E	F
1		Выбор портфеля ценных бумаг				
2						
3		Активы	Ожидаемый доход	Риск актива	Доли активов в	
4		1	20000	10000	0,01	5000
5		2	40000	8000	0,35	175000
6		3	45000	10000	0,64	320000
7				9333,333333		500000
8						
9	Допустимый риск					
10	9300					
11	Инвестиции	500000				
12	Максимально ожидаемый доход			43000		
13	Риск портфеля допустимый		9300	9300		
14			1	1		
15						
16						
17						

Рис. 7. Результаты выполнения программы для задачи «Выбор портфеля ценных бумаг»

Можно сделать вывод, доли активов соответственно равны 0,01; 0,35; 0,64. В этом случае максимально ожидаемый доход будет составлять 43000 руб. Условие допустимого риска соблюдены.

Управление проектными рисками

Под риском принято понимать вероятность потери организацией (или лицом) части своих ресурсов, недополученный доход, появление дополнительных расходов в результате осуществления определенной производственной и финансовой политики. Появление риска обусловлено неопределенностью внешней, динамично изменяющейся среды и ограниченностью ресурсов компании.

Управление проектными рисками включает анализ и оценку рисков, основанных на использовании современных научных подходов и

компьютерных технологий, а также включает снижение рисков в процессе реализации проектов.

Мерой риска некоторого некоммерческого (финансового) решения или операции следует считать среднее квадратичное отклонение (положительный квадратный корень из дисперсии) значения показателя эффективности этого решения или операции. Чем меньше разброс (дисперсия) результата решения, тем более он предсказуем, т.е. меньше риск. Если вариация (дисперсия) результата равна 0, риск полностью отсутствует. Например, в условиях стабильной экономики операции с ценными бумагами считаются рискованными [4].

Измерение рисков – определение вероятности наступления рискового события. При оценивании риска команда и инвестор проекта должны учитывать важность проекта, наличие ресурсов, а также возможность финансирования в случае негативного последствия рисков.

Основные подходы к оценке риска

Рассматривая риск с точки зрения его оценки, необходимо решить следующие задачи [1]:

– описать все возможные варианты развития событий, соответствующие данному риску (возможные исходы принятия решений или случайные события);

– определить вероятности каждого из этих вариантов (случайных событий).

Одно из основных допущений экономической теории состоит в том, что человек делает рациональный выбор [8, 9]. Рациональный выбор означает предположение, что решение человека является результатом упорядоченного процесса мышления. Слово «упорядоченный» определяется экономистами в строгой математической форме. Вводится ряд предположений о поведении человека, которые называются аксиомами рационального поведения.

При условии, что эти аксиомы справедливы, доказывается теорема о существовании некой функции, устанавливающей человеческий выбор, – функции полезности.

Полезностью называют величину, которую в процессе выбора максимизирует личность с рациональным экономическим мышлением. Можно сказать, что полезность – это воображаемая мера психологической и потребительской ценности различных благ [8].

С содержательной точки зрения делается предположение, что человек как бы взвешивает на некоторых «внутренних весах» различные альтернативы и выбирает из них ту, полезность которой больше. Человек, который следует аксиомам рационального выбора, называется в экономике *рациональным человеком*.

Введем еще несколько терминов. Обозначим через x, y, z различные исходы (результаты) процесса выбора, а через p, q вероятности тех или иных исходов. Лотереей называется игра с двумя исходами: x, получаемым с вероятностью p; и исходом y, получаемым с вероятностью 1-p [8].

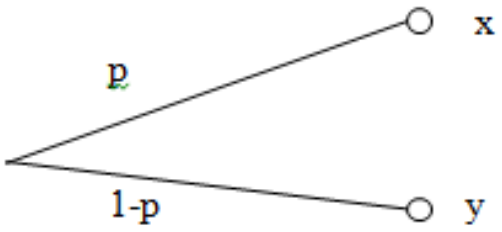


Рис. 8. Представление лотереи

Примером лотереи является подбрасывание монеты. При этом с вероятностью 0,5 выпадает орел или решка. Пусть x = \$10, y = -\$10 (т.е. мы получаем \$10 при выпадении орла и платим столько же при выпадении решки). Ожидаемая (или средняя) цена лотереи определяется по формуле $px + (1 - p)y$.

Пример. Пусть имеются два инвестиционных проекта. Первый с вероятностью 0,6 обеспечивает прибыль 15 млн руб., однако с вероятностью 0,4 можно потерять 5,5 млн руб. Для второго проекта с вероятностью 0,8 можно получить прибыль 10 млн руб. и с вероятностью 0,2 потерять 6 млн руб. Какой проект выбрать?

Решение.

Применяя знания в области теории информации, воспользуемся формулой для вычисления функции полезности (в данном случае – средняя прибыльность):

Средняя прибыльность (Полезность) = $p \cdot x + (1 - p) \cdot y$, (5)

где:

– p – вероятность первого события (p=0,6);

– q = 1 – p = 0,4 – представляет значение вероятности второго события;

– x – исход первого события (x = 15 млн руб.);

– y – исход второго события (y = 5,5 млн руб.).

Оба проекта имеют одинаковую среднюю прибыльность, равную 6,8 млн руб.:

0,6·15 + 0,4·(5,5) = 6,8

0,8·10 + 0,2·(-6) = 6,8.

Среднее квадратичное отклонение при небольшой выборке представлено следующей формулой:

$$s_0^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(X - \bar{X})^2}{n-1}, \qquad (6)$$

где s^2 – выборочная дисперсия, рассчитанная по данным наблюдений;

X – отдельные значения;

$\bar{X}$ – среднее арифметическое по выборке;

n – количество значений в анализируемой совокупности данных (n = 2).

Переходя к нашему примеру, среднее квадратичное отклонение прибыли для первого проекта равно:

$$[0{,}6\cdot(15 - 6{,}8)^2 + 0{,}4\cdot(-5{,}5 - 6{,}8)^2]^{1/2} = 10{,}4$$

для второго:

$$[(0{,}8\cdot(10 - 6{,}8)2 + 0{,}2\cdot(-6 - 6{,}8)2]1/2 = 6{,}4,$$

поэтому наиболее предпочтителен второй проект.

В практике менеджмента используются различные методы анализа проектных рисков. Идентификация рисков осуществляется различными методами, среди которых наиболее распространены описанные ниже.

Мозговой штурм используется для получения обширного списка рисков, который может быть использован впоследствии для проведения качественного и количественного анализа риска.

Метод Дельфи используется для достижения согласованного мнения экспертов по перечню и характеристикам рисков. Участники идентифицируют риски анонимно и не встречаются друг с другом.

Полученные результаты передаются экспертам для дальнейшей работы. Метод Дельфи помогает снизить необъективность и удерживает любого участника от чрезмерного влияния на результаты процесса.

Анкетирование позволяет идентифицировать экспертов с помощью специально разработанных опросных листов.

SWOT-анализ позволяет рассмотреть предприятие с точки зрения каждой из SWOT-сторон (сильные и слабые стороны предприятия, благоприятные возможности и угрозы со стороны внешней среды) и расширить перечень принимаемых во внимание рисков.

Структурные диаграммы позволяют анализировать особенности структуры предприятия и вытекающие из них риски.

Потоковые диаграммы изображают отдельные технологические процессы и их взаимосвязь. Анализ потоковой диаграммы позволяет выявить «узкие места» производственного процесса.

В результате идентификации можно осуществить описание риска и провести дальнейший его качественный анализ.

Рассмотрим методы коллективной экспертизы, внимание к которым было привлечено с начала 60-х годов, в настоящее время достаточно продвинуты. К их числу можно отнести прежде всего метод «мозговой атаки».

Большое значение придается проблемам организации коллективной экспертизы с тем, чтобы обеспечить в зависимости от конкретных условий ее проведения анонимность экспертных заключений, обратную связь, многотуровость, нивелирование возможных эффектов конъюнктурности и конформизма экспертных суждений и т. д.

Важно сформировать экспертную комиссию, в состав которой вошли бы действительно компетентные специалисты по всем основным аспектам анализируемой проблемы, желательно имеющие опыт работы в качестве экспертов, чтобы было обеспечено эффективное взаимодействие экспертов, если это предусмотрено в технологии проведения экспертизы.

Существуют различные способы организации обмена информацией между экспертами в процессе экспертизы. От эффективности процедуры обмена информацией между экспертами во многих случаях зависит качество результирующей экспертной оценки.

Обработка индивидуальных экспертных оценок с целью определения результирующего экспертного суждения должна выполняться по соответствующим алгоритмами, которые в настоящее время достаточно хорошо разработаны.

Следует отметить, что на выбор алгоритма определения результирующей экспертной оценки во многом влияет характер получаемой в процессе экспертизы экспертной информации, не говоря уже о том, что количественная информация требует одних методов обработки, а качественная – других.

При сравнительной оценке альтернативных вариантов могут использоваться специально разработанные оценочные системы, особенно в случае многокритериального оценивания, либо разработка оценочной системы может предусматриваться в процессе проводимой экспертизы.

Выработка сложных решений в ситуациях неопределенности и составление полноценного прогноза требует участия группы эрудированных специалистов, хорошо осведомленных во многих областях знаний.

При использовании мнений группы экспертов предполагается, что организованное взаимодействие между специалистами позволит компенсировать смещения оценок отдельных членов группы и что сумма информации, имеющейся в распоряжении группы экспертов, будет больше, чем информация любого члена группы.

Будем понимать под групповой оценкой результат объединения отдельных мнений экспертов о порядке предпочтительности рассматриваемых объектов в единую оценку «коллективного» предпочтения. При этом предполагается, что применение логических процедур и статистических методов, используемых для объединения мнений экспертов, выраженных количественно, обеспечивает получение согласованного предпочтения группы.

В общем случае предполагается, что мнение группы экспертов надежнее, чем мнение отдельного индивидуума. Предполагается также, что коллективная ответственность позволяет принимать более рискованные решения и что интервал оценок, полученных от группы экспертов, включает в себя «истинную» оценку.

Однако групповым методам присущи и недостатки. Хотя правило «Ум хорошо, а два лучше» и служит одной из основных предпосылок организации групповых экспертиз, существует много трудностей, препятствующих получению надежной, согласованной групповой оценки.

Систематическое исследование этого вопроса провел в 1951 году Кеннет Эрпроу из Стенфордского университета. Он поставил вопрос в общем виде: можно ли создать такую систему голосования, чтобы

она была одновременно рациональной (без противоречий), демократической (один человек – один голос) и решающей (позволяла осуществить выбор. Вместо попыток изобретения такой системы Эрроу предложил набор требований, аксиом, которым эта система должна удовлетворять, иначе говоря, он назвал пять основных условий корректного общественного (группового) выбора.

Условие 1. Универсальность, понимаемая в смысле наличия достаточного числа возможностей выбора (>=3), экспертов (>2) и возможностей определения предпочтения для всех участвующих в группе экспертов.

Условие 2. Единогласие. В соответствии с этим условием необходимо, чтобы коллективный выбор повторял в точности единогласное мнение всех участвующих. Если, например, каждый из голосующих считает, что альтернатива А по критерию лучше альтернативы В, то и результат экспертизы должен приводить к этому результату.

Условие 3. Независимость несвязных альтернатив, при которой если предпочтения каждого эксперта одинаковы в нескольких профилях, то и соответствующие по альтернативам порядки предпочтений группы должны быть одинаковы для этих профилей.

Условие 4. Наличие суверенности экспертов, понимаемой как отсутствие «навязанного» сообществом порядка предпочтений.

Условие 5. Отсутствие «диктаторства», понимаемого в том смысле, что не должно быть одного эксперта, предпочтения которого определяют предпочтения сообщества, а остальные члены влияют на выбор альтернатив только в том случае, когда эти альтернативы безразличны этому эксперту.

Подготовка экспертизы

Помимо погрешностей, возникающих вследствие недостатка информации, большое влияние на результаты экспертизы оказывают смещения, вносимые самой процедурой сбора и анализа мнений экспертов, т.е. погрешности модели.

Специфика и разнообразие решаемых при участии экспертов проблем существенно ограничивает возможности создания единых «универсальных» правил и моделей экспертизы. Однако необходимо стремиться к тому, чтобы сделать эту процедуру более формализованной.

Можно ориентировочно наметить основные этапы проведения экспертизы:

- формулирование цели экспертизы и разработка процедуры опроса;
- формирование группы специалистов – аналитиков (организаторов экспертизы);
- отбор и формирование группы экспертов;
- проведение опроса;
- анализ и обработка информации, полученной от экспертов;
- синтез объективной (статистической) информации и информации, полученной в результате экспертизы, с целью приведения их в форму, удобную для принятия решения.

К подготовке экспертизы относятся первые три этапа.

Большое значение имеет четкое определение цели экспертизы. Основой для выбора целей является описание предыстории и текущего состояния проблемы. Кроме того, важно иметь представление о специфических особенностях и интересах возможных групп специалистов, которые будут участвовать в экспертизе. Выбор целей и процедуры опроса зависит от надежности и полноты имеющихся данных и от вида требуемой информации. Поэтому прежде всего необходимо четко установить признак, по которому нужно производить оценку, а также условия использования экспертных оценок. Если целей несколько, то оценки по различным шкалам нужно постараться свести к единой шкале, например, за счет установления цели более высокого уровня.

Затем формируется группа специалистов – аналитиков, важнейшими задачами которой являются разработка метода и модели опроса, отбор экспертов, проведение опроса, анализ и обобщение информации. Группа аналитиков должна обеспечить условия для наиболее плодотворной деятельности экспертов за счет разработки наиболее эффективной системы контактов с ними (и внутри группы экспертов), так и путем выбора процедуры опроса наиболее соответствующей характеру проблем.

В зависимости от характера требующейся информации, возможностей ее получения и интерпретации существующие методы опроса можно разделить на:

- индивидуальные и групповые;
- личные (очные) и заочные;
- открытые и закрытые.

Установлено, что члены экспертной группы не любят начинать работу «с чистого листа» бумаги. Набор конкретных вопросов, а в ряде случаев и вероятных ответов помогают эксперту лучше понять поставленную задачу. Поэтому в основе большинства экспертных методов лежит анкета (опросный лист), с помощью которой осуществляется сбор необходимой информации.

Анкета – это структурно организованный набор вопросов, каждый из которых логически связан с центральной задачей экспертизы. Обычно вопросы анкеты принято различать по содержанию, форме и функциям.

Все вопросы анкеты в зависимости от их содержания можно разделить на три группы:

- объективные анкетные данные о самом эксперте (его возрасте, образовании, профессии, стаже работы, научном звании, узкой специализации и т.д.);
- характеристики, позволяющие оценить мотивы, которыми руководствовался эксперт при оценке исследуемой проблемы;
- основные вопросы, касающиеся существа исследуемой проблемы.

По форме различают следующие типы вопросов:

- открытые и закрытые;
- прямые и косвенные.

Вопрос называется открытым, или свободным, если ответ на него может быть дан в любой форме, т.е. ответ ничем не регламентирован. Вопрос называется закрытым, если в его формулировке содержатся варианты возможных ответов (перечень альтернатив) и эксперт должен остановить свой выбор на одно (или нескольких) из них. Одной из разновидностей закрытого вопроса является дихотомический, в котором перечень возможных вопросов исчерпывается альтернативой «да-нет».

Конкретный вопрос с определенным набором ответов на него называется *признаком анкеты*. Набор ответов может быть качественного характера, когда задача эксперта заключается в выборе одного ответа из «веера» возможных, и количественного характера, когда ответам на вопросы анкеты присваиваются числовые оценки.

Достоинство открытых вопросов заключается в возможности обнаружения с помощью экспертов новых, порой совершенно неожиданных для аналитиков аспектов проблемы. Недостатки этого метода заключаются в том, что, во-первых, повышается вероятность произ-

вольной интерпретации вопроса со стороны экспертов, что может привести в конечном итоге к несопоставимости данных, полученных от группы экспертов, и, во-вторых, в том, что анализ ответов на открытые вопросы – дело чрезвычайно трудоемкое.

В противоположность этому преимущество закрытых вопросов состоит в том, что они строго и однозначно интерпретируются и требуют относительно меньших затрат труда на заполнение и обработку анкеты. Вместе с тем анкета с закрытыми вопросами таит в себе опасность навязывания эксперту ответов, особенно в тех случаях, когда по тому или иному вопросу он вообще не имеет своего сложившегося мнения или же когда его мнение не совпадает с ответами анкеты.

Поэтому, если у аналитиков нет твердой уверенности в том, что все возможные альтернативы исчерпаны, следует предоставлять возможность эксперту выдвигать свою альтернативу или уклониться от ответа на некоторые из поставленных вопросов.

Цель экспертизы может быть замаскирована, и тогда признаки анкеты могут быть косвенными. Такие анкеты применяются чаще всего в случаях, когда нет твердой уверенности, что эксперт по данному вопросу сумеет (захочет) дать определенную информацию.

Для того чтобы уточнить содержание, формулировки вопросов, их последовательность, выяснить, не утомляет ли анкета опрашиваемых, не нужно ли включить дополнительные и исключить «неработающие» вопросы, заменить вопросы, допускающие двойное толкование, производится ее проверка. Для этого подбираются «разноплановые» эксперты (по стажу работы, по специализации и т.п.). Проверка осуществляется в форме личного интервью.

Полное совпадение мнений экспертов, стереотипность их ответов являются, как правило, результатом привычной, стандартной постановки вопроса. Многочисленность ответов типа «не понял», «не знаю» указывает на их усложненность. Анкета считается удачно составленной, если эксперты понимают содержание вопросов так же, как и организаторы экспертизы.

Отбор экспертов

Работу по отбору экспертов обычно начинают с определения областей научных, технических и административных интересов, которые затрагивают решение данной проблемы. Затем составляется список лиц, компетентных в этих областях. Этот список служит основой для отбора кандидатов в эксперты.

Один из способов анализа компетентности кандидатов в эксперты заключается в подготовке специальных анкет, отвечая на вопросы которых они должны показать свою эрудицию и аналитические способности. Для оценки полученных ответов используется числовая шкала, например от 1 до 5. Главное внимание уделяется способности эксперта ответить на поставленные вопросы и дать числовую оценку своим знаниям в достаточно короткий срок (5–10 мин.).

Так, например, в одном из экспериментов самооценки необходимо было ответить на серию из 10 вопросов в течение 5 минут. Прежде чем начать эксперимент, кандидатов в эксперты знакомили с инструкцией следующего содержания.

«Вас просят оценить вопросы соответственно объему ваших знаний. Проделайте это следующим образом. Перед тем как дать любой ответ, прочтите внимательно все 10 вопросов и отыщите один, который, как вам кажется, вы знаете лучше других. Дайте этому вопросу оценку 5. Затем отыщите вопрос, который, как вам кажется, вы знаете хуже других и дайте ему оценку 1. После этого вы должны оценить все оставшиеся вопросы относительно этих двух, используя шкалу оценок 1, 2, 3, 4, 5 баллов.

Таким образом, вопрос, о котором вы знали почти также много, как и по первому вопросу, получит оценку 5. Вопрос, расположенный по вашему мнению, приблизительно в «середине» между вопросом, по которому вы информированы меньше всего, и вопросом, который вы знаете лучше всего, следует оценить в три балла и т.д. Заметим, что оценка является относительной и зависит только от того, насколько велик объем ваших знаний по этому вопросу. Не пытайтесь достичь улучшения оценок, будьте «импрессионичны»: руководствуйтесь вашим личным впечатлением.

Получив данные об индивидуальной самооценке, можно рассчитать среднюю групповую самооценку путем деления суммы индивидуальных самооценок по каждому вопросу на число экспертов в группе. В результате получается численный индекс, характеризующий объем знаний, по которым, по мнению экспертов, она обладает по данному вопросу.

Практика экспертиз показывает, что, хотя методы самооценки недостаточно точны для того, чтобы служить единственным критерием выбора экспертов, использование таких методов дает возможность выполнить предварительный отбор группы наиболее компетентных специалистов.

Можно организовать эксперимент – репетицию, в процессе которой «проигрывать» отдельные элементы предстоящей экспертизы с помощью двух (или нескольких) групп, одна из которых составлена из кандидатов в эксперты, а другая, контрольная, состоит из лиц, наиболее формированных в отношении исследуемой проблемы. Сравнение оценок, полученных от каждого из участников такого эксперимента (и каждой из групп), позволит точнее установить относительную степень надежности кандидатов в эксперты.

Кроме того, нужно выявить потенциально возможные цели экспертов, противоречащие целям экспертизы, т.е. наличие причин, которые могут повлиять на сознательное смещение групповой оценки в направлении, желательном для данного эксперта либо для группы экспертов. Рекомендуется исключать из рассмотрения те события, в результатах которых эксперты лично заинтересованы.

Несмотря на то что существующие в настоящее время методы отбора экспертов далеки от совершенства, несомненно, что их применение обеспечивает более высокую надежность результатов, чем «волевые» решения о назначении участников экспертизы.

Метод Дельфы

Одним из наиболее перспективных методов формирования групповой оценки экспертов является метод Дельфы, получивший свое название от греческого города Дельфы и мудрецов, славившихся в древности предсказаниями будущего [8, 9].

Метод представляет собой ряд последовательно осуществляемых процедур, направленных на формирование группового мнения по проблемам, по которым ощущается недостаток информации.

Процедуры, используемые в методе Дельфы, характеризуются тремя основными чертами:

– анонимностью;
– регулируемой обратной связью;
– групповым ответом.

Анонимность достигается применением специальных вопросников или другими способами индивидуального опроса (например, с помощью ЭВМ). Регулируемая обратная связь осуществляется за счет проведения нескольких туров опроса, причем результаты каждого тура обрабатываются с помощью статистических методов и сообщаются экспертам. С помощью статистических методов определения группо-

вого ответа можно уменьшить статистический разброс индивидуальных оценок и получить групповой ответ, в котором правильно отражено мнение каждого эксперта. Анонимность является способом ослабления влияния отдельных «доминирующих» экспертов.

Регулярная обратная связь позволяет снизить «шумы», под которыми понимается влияние индивидуальных и групповых интересов, не связанных с решаемыми проблемами. Кроме того, введение обратной связи вносит элемент объективности и делает оценки более надежными.

Проведение опросов в несколько туров, в течение которых осуществляется ряд последовательных итераций (экспертов информируют о результатах предыдущих этапов опроса и предлагают в ряде случаев обосновать свое мнение), позволяет уменьшить колебания в индивидуальных ответах, ограничивает внутригрупповые колебания и имеет преимущества по сравнению с «простым» статистическим объединением индивидуальных мнений с помощью средних.

В основу метода Дельфы положены следующие предпосылки:

- поставленные вопросы должны допускать возможность выражения ответа в виде числа;
- эксперты должны располагать достаточной информацией для того, чтобы дать оценку;
- ответ на каждый из вопросов (оценка) должен быть обоснован экспертом.

Покажем, как используется метод Дельфы при подготовке научно-технических прогнозов. Каждый тур опроса требует в некоторой степени различных видов деятельности от экспертов либо организаторов экспертизы, либо от тех и других. Разумеется, что до первого тура должны быть проведены подготовительные мероприятия.

Первый тур опроса. Первая анкета может быть полностью бесструктурной и допускать любые ответы. Целью такой анкеты является составление перечня событий для прогноза в определенной области науки и техники.

Если анкета первого тура опроса составлена так, что она ограничивает участников экспертизы в постановке проблем, то это может привести к тому, что группа не учтет или опустит некоторые события, которые вполне возможно имеют более важное значение для организатора, чем события, которые он представляет на рассмотрение группы.

После того, как эти прогнозы группы возвратились к организатору, он должен объединить их. События идентифицируются: одинаковые события объединяются, второстепенные (с точки зрения организатора) – исключаются, а окончательный перечень событий составляется в точных терминах. Полученный перечень событий становится основой для второй анкеты.

Второй тур опроса. Экспертам направляют сводный перечень событий и просят оценить даты, когда может произойти реализация этих событий. Их просят также привести соображения, по которым они считают свои оценки правильными. Данная ими оценка даты наступления события может включать слово «никогда», или простое «позже», если для оценки был установлен какой-либо временной горизонт.

После того, как прогнозы и оценки дат, сделанные членами группы, вернулись к организатору, организатор должен подготовить статистическую сводку мнений экспертов, упоминая аргументы и доводы в пользу того, что рассматриваемое событие произойдет раньше или позже «средней» оценки.

После второго тура опроса аналитики производят обработку полученных оценок: уточняют перечень событий и анализируют характеристики ряда, т.е. рассчитывают медианы и квартили.

Предположим, что от экспертов получено какое-либо число оценок, например 11. Эти оценки упорядочиваются, например, по убыванию. За медиану принимается средний член ряда, по отношению к которому число оценок с начала и с конца ряда будет одинаковым. В нашем примере с 11 оценками медиана будет совпадать с оценкой N_6. Затем определяются верхний и нижний квартили, т.е. интервалы N_1Q_1 и $N_{11}Q_3$. Величины этих квартилей равны в первом приближении значениям оценок ряда в интервале, равном 25 % от начала и 25 % от конца ряда (рис. 9). Таким образом, медиана и квартили образуют на оси ряда 4 интервала, среди которых два средних Q_1Me и Q_3Me считаются наиболее предпочтительными.

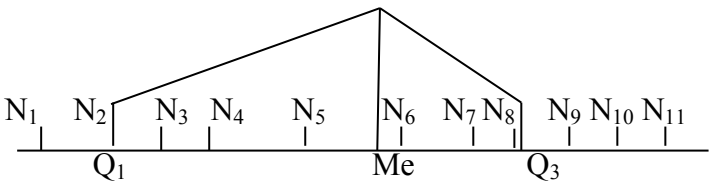


Рис. 9. Медианы и квартили метода Дельфы

Полученные таким образом показатели принимаются за характеристики распределения оценок: медиана служит характеристикой группового ответа, а предпочтительный интервал квартилей – показателем разброса индивидуальных оценок.

Каждому эксперту сообщаются значения этих характеристик. Экспертов, чьи оценки оказались в крайних квартилях, просят обосновать причины расхождения с групповым мнением. Это делается анонимно. С полученными обоснованиями знакомят всех остальных экспертов, не указывая при этом, чьи они. Такая процедура позволяет всем экспертам принять в расчет обстоятельства, которые они могли случайно пропустить или которыми пренебрегли во время первого и второго туров опроса.

Третий тур опроса. Третья анкета состоит из перечня событий, групповой медианы дат наступления событий и верхнего и нижнего квартилей для каждого события, а также сводных данных (аргументов) о причинах более ранних или поздних оценок. Участников экспертизы просят рассмотреть аргументы и сформулировать новые оценки предполагаемой даты наступления каждого события. Если их новая оценка не попала в интервалы между квартилями (ИМК), полученными во втором туре опроса, то их просят обосновать свою точку зрения и прокомментировать точку зрения тех, кто придерживается противоположных взглядов. Иначе говоря, если их оценка даты отличается от оценки ¾ участников экспертизы, их просят подтвердить эту оценку и показать, почему они считают аргументы большинства неправильными и неполными. Их аргументы могут включать ссылку на внешние факторы, которыми могли пренебречь другие члены группы.

После того, как пересмотренные оценки и новые аргументы возвратились к организатору, он опять должен суммировать оценки группы, рассчитав новые медианы и новые квартили, суммировать аргументы, представленные с обеих сторон, и подготовить на этой основе новый прогноз.

Четвертый тур опроса. Участникам экспертизы вновь передают перечень событий, статистическое описание оценок группы и аргументы обеих сторон. Эксперты должны принять во внимание аргументы и их критику и составить новый прогноз. Получив прогнозы экспертов, снова рассчитывают медианы и квартили дат для каждого события. Поскольку этот тур опроса является последним, возможно, нет нужды анализировать аргументы, и просить их представить.

Практика показывает, что необязательно проводить все 4 тура опроса. Если эксперты пришли к соглашению во втором туре, то опрос можно прекратить.

Основные результаты использования метода Дельфы

Типичным для первого тура опроса является широкий разброс индивидуальных ответов. По мере применения итераций и обратной связи сходимость индивидуальных ответов увеличивается. В большинстве случаев групповой ответ (определяемый как медиана окончательных индивидуальных ответов) становится точнее.

При использовании метода наличие в группе менее знающих экспертов оказывает меньшее влияние на групповую оценку, чем при простом усреднении оценок, поскольку итерация помогает им улучшить свои оценки за счет информации, получаемой от более компетентных специалистов. С другой стороны, компетентные специалисты, как правило, не располагают той информацией, которая находится в распоряжении у всех входящих в группу экспертов, что позволяет и им улучшить свои оценки в процессе опроса.

Метод Дельфы (упрощенный) применяется, например, к проблеме принятия решений при распределении бюджета по отдельным проектам. Считается разумным использовать группы экспертов для обсуждения данной проблемы и принятия решения по каждому проекту. В группу входят лица, представляющие самые различные уровни управления, поэтому весьма вероятно, что без анонимности опроса на мнение некоторых членов группы могли бы воздействовать мнения более влиятельных экспертов. В конечном счете признано целесообразным использовать для принятия решений визуальное устройство (панель с несколькими рядами лампочек и пультом у каждого эксперта). Участник экспертизы, выслушав доклады всех членов экспертизы, может нажать кнопку на своем пульте у той цифры, которая представляет его голос. Когда панель включена, свет лампочки показывает то число, которое он выбрал. При этом провода размещены таким образом, что невозможно сказать, не глядя на пульт эксперта, как он проголосовал. После голосования рассчитывают, исключая крайние суждения, среднее и стандартное отклонения, затем сообщается предварительное решение группы. Далее начинается следующий тур общей дискуссии, сопровождаемый опросом, результаты которого принимаются за окончательное решение группы. Эта модификация сохраняет некоторые преимущества метода Дельфы и за счет частичного исключения анонимности сильно ускоряет проведение опроса.

Коллективная экспертиза является одним из основных инструментов принятия важных управленческих решений.

Теперь рассмотрим метод сценариев с точки зрения использования информационных технологий.

Задача на тему «Метод сценариев»

Метод сценариев в целом позволяет получать наглядную картину для различных вариантов реализации проектов. Применение программных средств типа Excel позволяет значительно повысить эффективность подобного анализа путем практически неограниченного увеличения числа сценариев и введения дополнительных переменных.

Рассмотрим пример решения задачи, используя MS Excel [3].

Необходимо произвести расчет внутренней скорости оборота инвестиций.

Исходные данные:

– затраты по проекту составят 700 млн руб.;

– ожидаемые доходы в течение последующих 5 лет составят, соответственно, 70, 90, 300, 250, 300 млн руб.;

– рыночная става дохода составляет 12 %.

Оценить экономическую целесообразность проекта по скорости оборота инвестиции.

Рассмотреть также следующие варианты:

-600; 50; 100; 200; 200; 300

-650; 90; 120; 200; 250; 250

-500; 100; 100; 200; 250; 250.

Затраты на проект представлены числом со знаком минус, так как этого требует синтаксис используемых финансовых функций Excel (конкретно ВСД).

Решение. Для вычисления внутренней скорости оборота инвестиции (внутренней нормы доходности) используется функция ВСД (ВНДОХ) (рис. 10–12).

Если внутренняя скорость оборота инвестиций окажется больше рыночной нормы доходности, то проект считается экономически целесообразным, в противном случае проект должен быть отвергнут. Для рассмотрения всех комбинаций исходных данных применен *Диспетчер сценариев*.

Диспетчер сценариев позволяет автоматически выполнить анализ «что – если» для различных моделей. Можно создать несколько входных наборов данных (изменяемых ячеек) для любого

количества переменных и присвоить имя каждому набору. По имени выбранного набора данных MS Excel сформирует на рабочем листе результаты анализа. *Диспетчер сценариев* позволяет создать итоговый отчет по сценариям, в котором отображаются результаты подстановки различных комбинаций входных параметров, что позволяет наглядно оценить все результаты на одном листе.

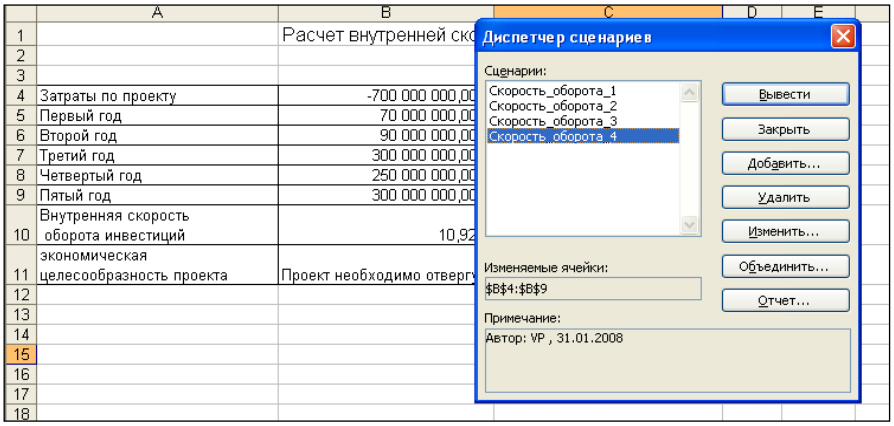


Рис. 10. Окно *Диспетчера сценариев*, позволяющее добавлять различные сценарии для расчета скорости оборота инвестиций

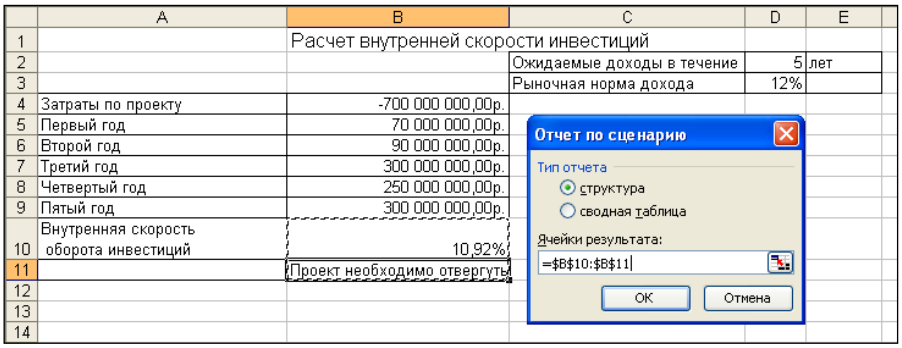


Рис. 11. Выбор состава параметров результата в окно *Отчет по сценарию*

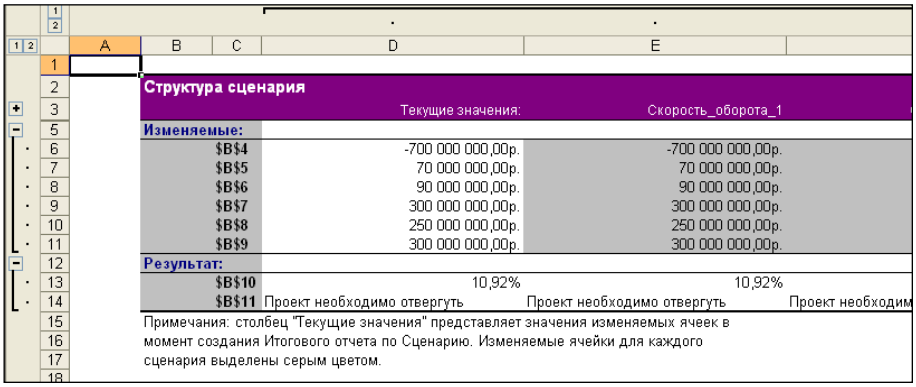


Рис. 12. Отчет типа Структура по сценариям расчета скорости оборота инвестиций

Деревья решений

Деревья решений. Это графическое изображение последовательности решений и состояний среды с указанием соответствующих вероятностей и выигрышей для любых комбинаций альтернатив и состояний среды [4].

Среднее ожидаемое значение (математическое ожидание) случайной величины *X* выражается в денежных единицах, обозначается MX и вычисляется как средневзвешенное для всех различных ее значений, где вероятность каждого значения используется в качестве весового коэффициента [1].

Рассчитывается как:

$$MX = \sum_{i=1}^{k} p_i \cdot \varepsilon_i, \qquad (7),$$

где ε_i – значение случайной величины *X* в ситуации *i* (*i* = 1, …, *k*);

pi – вероятность наступления ситуации *i*.

Рассмотрим пример [3].

Руководство некоторой компании решает, создавать ли для выпуска новой продукции крупное производство, малое предприятие или продать патент другой фирме. Размер выигрыша, который компания может получить, зависит от благоприятного или неблагоприятного состояния рынка (табл. 2).

Будем считать, что вероятность благоприятного и неблагоприятного состояний экономической среды равна 0,5.

Таблица 2

Состояние рынка

Номер стратегии	Действия компании	Выигрыш, дол., при состоянии экономической среды*	
		благоприятном	неблагоприятном
1	Строительство крупного предприятия (a_1)	200 000	-180 000
2	Строительство малого предприятия *(a_2)*	100 000	-20 000
3	Продажа патента (a_3)	10 000	40 000

На основе данной таблицы можно построить дерево решений (рис. 13).

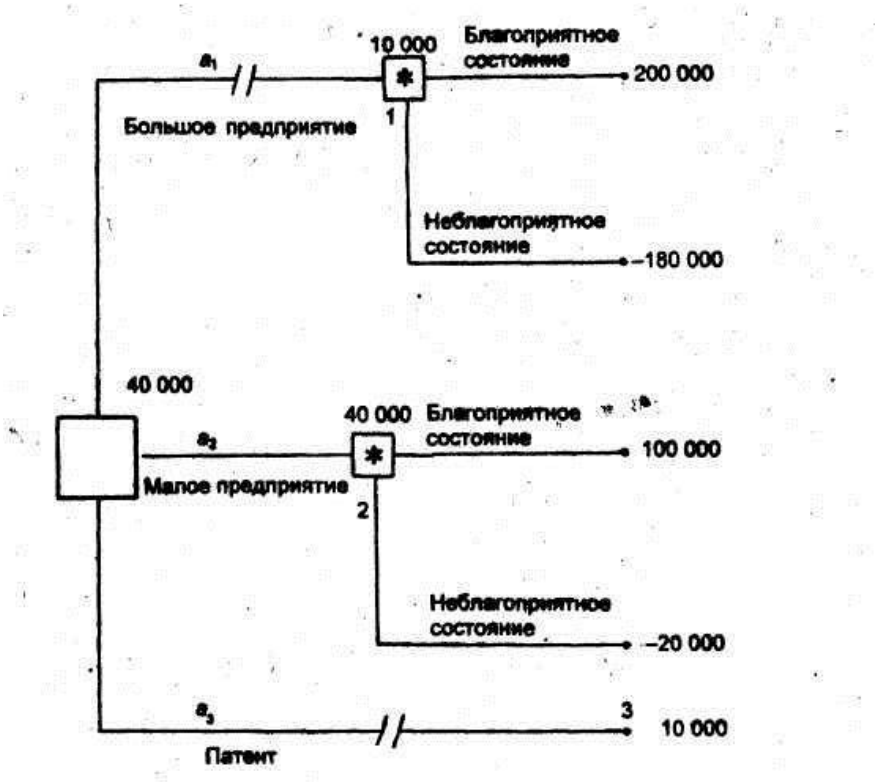


Рис. 13. Дерево решений без дополнительного обследования конъюнктуры рынка: квадратик – решение (решение принимает участник проекта); * – случай (решение «принимает» случай); // – отвергнутое решение

Процедура принятия решения заключается в вычислении для каждой вершины дерева (при движении справа налево) ожидаемых денежных оценок, отбрасывании неперспективных ветвей и выборе ветвей, которым соответствует максимальное значение МХ согласно формуле, приведенной выше.

Для нашего примера наиболее целесообразно выбрать стратегию a_2 (строить малое предприятие). Ветви (стратегии) a_1 и a_3 дерева решений следует отбросить. МХ (математическое ожидание), представляющее денежное выражение наилучшего решения равно 40 000 дол. В данном случае вероятности, соответствующие 0,5 неудачи и 0,5 удачи на практике часто означают, что истинные вероятности лицу, принимающему решение, скорее всего неизвестны.

Рассмотрим еще несколько примеров, суть которых поможет обучающемуся понять место теории принятия решений в процессе управления рисками.

Задача с вазами

Теория полезности экспериментально исследовалась в так называемых задачах с вазами. *Ваза* – это непрозрачный сосуд, в котором находится определенное (известное лишь организатору эксперимента) количество шаров различного цвета. Задачи с вазами типичны для группы наиболее простых задач принятия решений – задач статистического типа. Для решения этих задач надо знать элементарные начала теории вероятностей. Человек делает выбор в этих задачах, основываясь на расчетах.

Типичная задача для испытуемого может быть представлена в следующем виде. Перед испытуемым ставится ваза, которая может быть вазой 1-го или 2-го типа. Дается следующая информация:

– сколько имеется у экспериментатора ваз 1-го типа и 2-го типов;

– сколько черных и красных шаров в вазах 1-го и 2-го типов;

– какие выигрыши ожидают испытуемого, если он угадает, какого типа ваза;

– какие проигрыши ожидают его, если он ошибется.

После получения такой информации испытуемый должен сделать выбор: назвать, к какому типу принадлежит поставленная перед ним ваза.

Пусть, например, экспериментатор случайно выбирает вазу для испытуемого из множества, содержащего 700 ваз 1-го типа и 300 ваз 2-го типа. Пусть в вазе 1-го типа содержится 6 красных шаров и 4 черных. В вазе второго типа содержится 3 красных и 7 черных шаров. Если перед испытуемым оказывается ваза 1-го типа и он угадает это, то получит выигрыш 350 руб., если не угадает, то проигрыш составит 50 руб. Если перед ним ваза 2-го типа и он это угадает, то получит выигрыш 500 руб., если не угадает, то проигрыш составит 100 руб.

Испытуемый может предпринять одно из действий:

d1 – сказать, что ваза первого типа;

d2 – сказать, что ваза 2-го типа;

Условия задачи можно представить в виде табл. 3.

Таблица 3

Исходные данные к задаче

Тип вазы	Вероятность выбора вазы данного типа	Выигрыш при действии	
		d1	d2
1	0,7	350	-100
2	0,3	-50	500

Что делать человеку? Теория полезности отвечает: оценить среднюю (ожидаемую) полезность каждого из действий и выбрать действие с максимальной ожидаемой полезностью. В соответствии с этой рекомендацией мы можем определить среднее значение выигрыша для каждого из действий:

U(d1) = 0.7·350 – 0.3 ·50 = 230 руб.;

U(d2) = 0.3·500 – 0.7 ·100 = 80 руб.

Следовательно, разумный человек выберет действие d1, а не действие d2. Из этого примера следует общий рецепт действий для рационального человека: определить исходы, помножить их на соответствующие вероятности, получить ожидаемую полезность и выбрать действие с наибольшей полезностью.

Приведенная выше таблица может быть представлена в виде дерева решений (рис. 14).

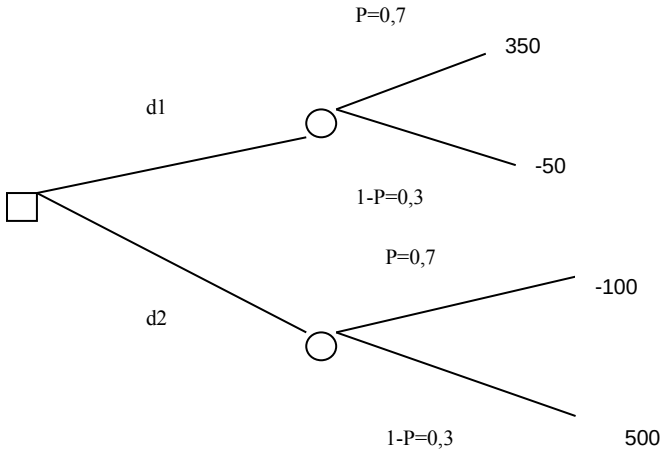


Рис. 14. Дерево решений

На этом дереве также квадратик означает место, где решение принимает человек, а кружок – место, где все решает случай. На ветвях дерева написаны уже знакомые нам значения вероятностей, а справа у конечных ветвей – значения исходов (результаты).

Для чего нужно дерево решений? Мы можем использовать его для представления своих возможных действий и для нахождения последовательности правильных решений, ведущих к максимальной ожидаемой полезности. Для того чтобы показать это, усложним задачу.

Предоставим человеку, выбирающими между действиями d1 и d2 дополнительные возможности. Пусть он может до своего ответа вытащить за определенную плату один шар из вазы, причем после вытаски-

вания шар кладется обратно в вазу. Плата за вытаскивание одного шара 60 руб. Вот теперь вопрос о том, какое решение следует принимать, стал сложнее: необходимо решить, стоит ли вынимать шар и какой ответ дать после вытаскивания красного или черного шара. При принятии этих решений нам окажет существенную помощь известный в теории вероятностей способ подсчета изменения вероятностей событий после получения дополнительной информации.

Вернемся к описанию задачи. Вероятность вытащить красный шар из вазы 1-го типа pk(B1) = 0.6, а из вазы 2-го типа pk(B2) = 0.3. Зная все условные вероятности (зависящие от условия), а также вероятности p1 и p2 выбора ваз 1-го и 2-го типа, мы может поставить следующие вопросы.

Каковы вероятности вытащить красный и черный шары? Для ответа на этот вопрос выполним простые вычисления. Вероятность вытащить красный шар pk(B1) = 0.7·0,6 =0,42, если ваза окажется 1-го типа, pk(B2) = 0.3·0,3 = 0,09, если ваза окажется 2-го типа. Следовательно, вероятность вытащить красный шар в общем случае pk = 0,51. Аналогичным образом можно подсчитать, что вероятность вытащить черный шар = 0,49.

Пусть вытащенный шар окажется красным (черным). Какое действие следует выбирать: d1 или d2 ? Для ответа на этот вопрос нужно знать вероятности принадлежности ваз к 1-му и 2-му типам после получения дополнительной информации. Эти вероятности позволяет определить знаменитая формула Байеса.

Например, мы вытащили красный шар. Какова после этого вероятность того, что перед нами стоит ваза первого типа?

Приведем все обозначения вероятностей.

pk(B1) – вероятность вытащить красный шар из вазы 1-го типа.

pч(B1) – вероятность вытащить черный шар из вазы 1-го типа.

pk(B2) – вероятность вытащить красный шар из вазы 2-го типа.

pч(B1) – вероятность вытащить черный шар из вазы 2-го типа.

p(B1) – вероятность того, что ваза 1-го типа.

p(B2) – вероятность того, что ваза 2-го типа.

p(B1/k) – вероятность того, что ваза 1-го типа после вытаскивания красного шара.

p(B1/ч) – вероятность того, что ваза 1-го типа после вытаскивания черного шара.

p(B2/k) – вероятность того, что ваза 2-го типа после вытаскивания красного шара.

p(B2/ч) – вероятность того, что ваза 2-го типа после вытаскивания черного шара.

Формула Байеса позволяет оценить p(Bi/k), p(Bi/ч), где i = 1, 2, используя все прочие вероятности. Например:

$$p(B1/k) = pk(B1)\cdot p(B1)/(pk(B1)\cdot p(B1) + pk(B2)\cdot p(B2)) \qquad (8)$$

Для нашей задачи p(B1/k) = 0,82; p(B1/ч) = 0,57; p(B2/k) = 0,18; p(B2/ч) = 0,43.

Теперь мы имеем всю информацию, необходимую для принятия решений (рис.15).

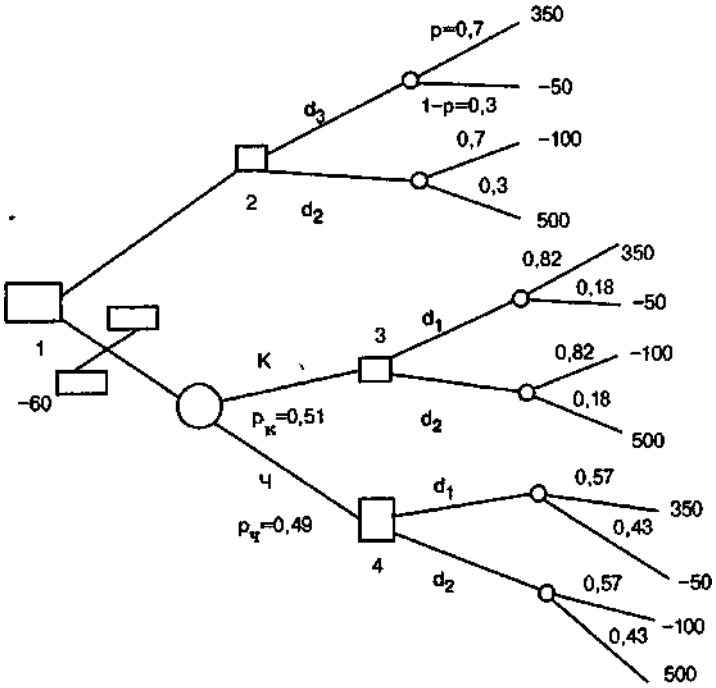


Рис. 15. Дерево решений для расширенного варианта задачи о вазах

На рис.16 представлены две основные ветви дерева решений, причем верхняя просто повторяет дерево решений предыдущего рисунка. Квадратик 1 слева соответствует первому решению – вытаскивать шар или нет. Случаю отказа от вытаскивания шара соответствует верхняя основная ветвь. Решению вытаскивать шар соответствует нижняя ветвь, начинающаяся со случайного события (кружок). В квадратиках 2, 3, 4 принимаются решения о выборе одной из двух стратегий d1 или d2. Далее все решает случай (кружки).

Есть три простых правила выбора оптимальной (по критерию максимума ожидаемой полезности) последовательности решений на основе дерева решений.

1. Идти от конечных ветвей дерева к его корню.
2. Там, где есть случайность (кружок), находится среднее значение.
3. Там, где есть этап принятия решений (квадратик), выбирается ветвь с наибольшей ожидаемой полезностью, а другая отсекается двумя черточками.

Применим эти правила к дереву решений, представленному на рис. 15. В результате получим дерево решений, показанное на рис. 16.

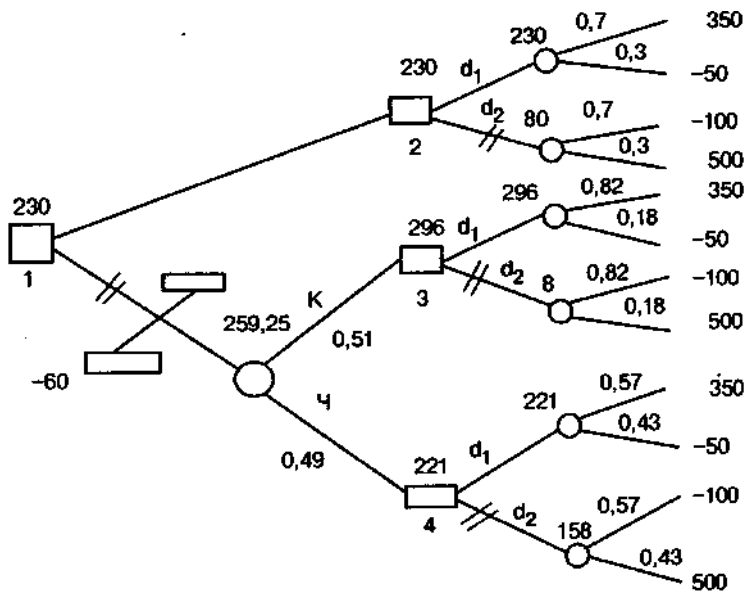


Рис. 16 «Сворачивание» дерева решений

На этом рисунке над кружками указаны средние значения полезности, двумя черточками отсечены ветви с меньшим значением ожидаемой полезности. Наилучший вариант действий: шар не вытаскивать, выбирать действие d_1. Этот вариант соответствует самому верхнему пути дерева решений. Такая процедура нахождения оптимального пути на деревьях решений получила название «сворачивание» дерева решений.

Деревья решений при заданных числовых значениях вероятностей и исходов позволяют осуществить выбор той стратегии (последовательности действий), при которой достигается наибольший выигрыш, т.е. достигается максимум функции полезности.

Перечислим основные этапы разработки или выбора решения по методу «дерева решений»:

1) составление новой цели развития или совершенствования компании;

2) сбор материалов о реальном состоянии дел в компании по новой цели;

3) формулирование проблем как разность между новой целью и обобщенной ситуацией в компании;

4) выбор или разработка критериев оценки проблемы;

5) декомпозиция проблемы на самостоятельные составные части;

6) поиск ресурсов и исполнителей разрешения проблем;

7) разработка вариантов основных решений и их предполагаемая эффективность;

8) разработка вариантов детализирующих решений для каждого варианта основных решений;

9) разработка вариантов очередного набора детализирующих решений для каждого варианта предыдущих детализирующих и т.д.;

10) оценка каждой ветви следующих друг за другом решений на эффективность действий и возможность достижения цели;

11) выбор наиболее приемлемых сочетаний вариантов решений;

12) практическая реализация выбранного варианта сочетаний решений.

Анализ нескольких альтернативных вариантов развития ситуации, как правило, оказывается более информативным и способствует выработке более эффективных решений.

Наиболее распространенным методом экспертного оценивания при формировании альтернативных вариантов сценариев является метод «мозговой атаки» в сочетании со специальными методами использования аналитической информации.

Проблема риска и прибыли – одна из ключевых в экономической деятельности, в частности в управлении проектами. Финансирование проекта должно быть нацелено на снижение риска за счет оптимальной структуры инвестиций. Методологии оценки рисков, ориентированные на применение современных научных подходов и компьютерных технологий, позволяют повысить эффективность проектов в различных предметных областях.

Глава 4

ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ

Методика управления проектами включает следующие группы процессов (рис. 17):

– инициализации;
– планирования;
– выполнения;
– мониторинга и регулирования;
– завершения.

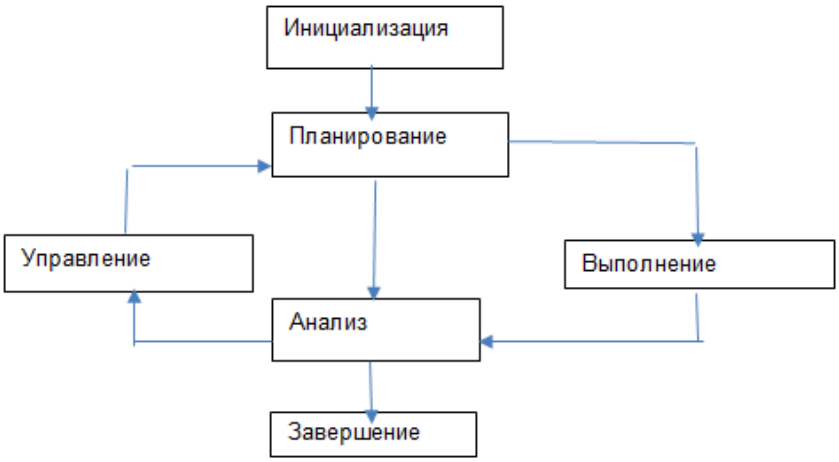


Рис. 17. Принципиальная схема взаимосвязи основных групп процессов управления проектами

Процессы инициализации

Обычно устав проекта представляет собой комплект документов, который включает:

1) техническое задание;
2) проект контракта, на основании которого предполагается выполнять проект (с оценкой рисков и стоимости выполнения работ);
3) укрупненный график проекта;
4) проект приказа о начале выполнения проекта, назначении его руководителя и определения первоочередных мероприятий по выполнению проекта;

5) описание подходов к проекту, которое может содержать:

– описание предлагаемой технологии и организации выполнения проекта;

– описание предположений и ограничений, на основании которых определены показатели проекта;

– перечень основных рисков проекта;

– критерии успеха или неудачи проекта;

– описание предлагаемого порядка управления проектом.

К процессам инициализации относят также подготовку и принятие решений об управляемом переходе проекта из одной фазы в другую. При этом важно проанализировать, насколько полученные при выполнении завершенной фазы проекта результаты соответствуют критериям его неудачи.

Процессы планирования

Процессы планирования представляют собой непрерывный комплекс работ по определению лучшего способа выполнения проекта с учетом складывающейся обстановки (рис. 18, 19).

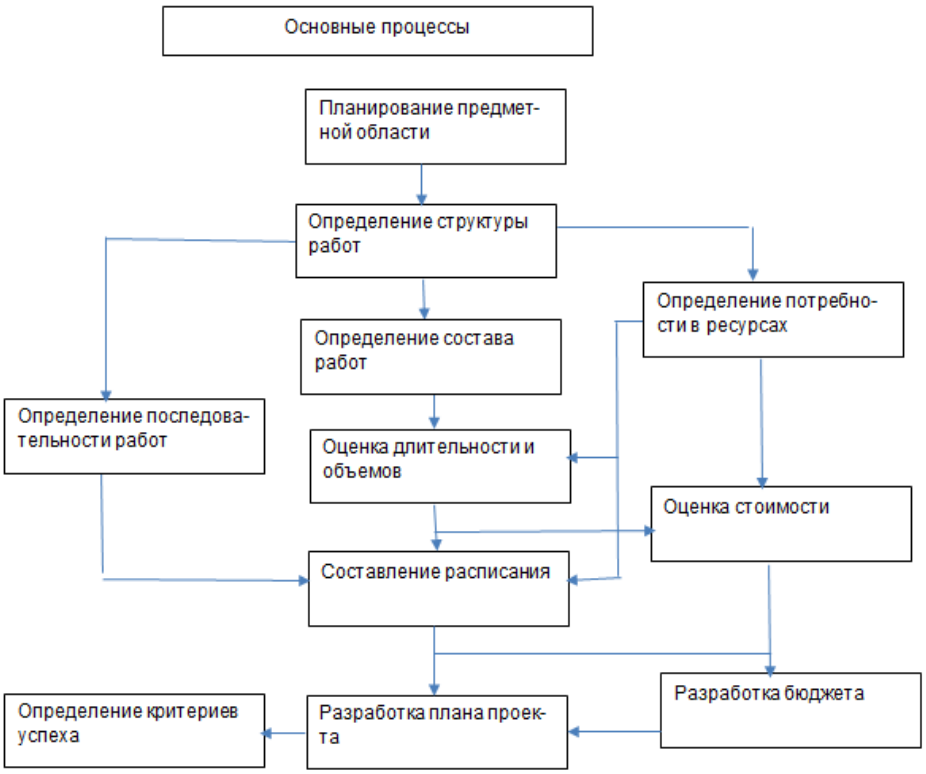


Рис. 18. Принципиальная схема основных процессов планирования

Для управления проектами характерно признание неизбежности отклонений реализации каждого проекта от плана, даже если план идеален. Непредвиденные обстоятельства являются неизбежными, это вытекает из уникальности каждого проекта.

Основой для планирования проекта является график его выполнения. В зависимости от стадии проекта, накопленного опыта и уровня управления могут использоваться различные графики, но *определяющим требованием к графикам выполнения проекта является их комплексность,* т.е. учет всех потенциальных сдерживающих факторов. График (пусть укрупненный) должен учесть всех исполнителей и все стадии работ.

Система управления проектами Project Expert, которому посвящена глава 7, поддерживает процесс планирования проекта согласно схеме, представленной на рис. 19.

Рис. 19. Принципиальная схема вспомогательных процессов планирования

В конечном счете результатом планирования должно быть утверждение на соответствующем уровне комплексного плана проекта. Он и его компоненты рассматриваются в качестве *базового плана*, который в дальнейшем послужит основой для количественной оценки выполнения проекта.

Процессы выполнения

Под процессами выполнения проекта подразумеваются процессы реализации составленного плана, они процессы присутствуют в любом проекте независимо от содержания. Такие процессы включают:

– выполнение плана проекта;

– учет выполненных работ;
– распространение информации между участниками проекта;
– подтверждение и контроль качества;
– набор и развитие команды проекта;
– управление контрактами и их администрирование.

Особенность процессов выполнения проекта – это появление изменений, многие из которых вызываются характерной для проектов неопределенностью и влиянием рисков.

Процессы мониторинга и регулирования

Эти процессы включают в себя план и данные о выполнении проекта. По завершении каждого из периодов планирования осуществляется:

– сбор данных о выполнении плана проекта;

– выявление отклонений текущего состояния проекта от утвержденного плана;

– изучение среды проекта с целью выявления ее изменений;

– анализ отклонений основных показателей проекта и тенденций их изменения по периодам планирования, выявление причин основных отклонений;

– разработка корректирующих и предупреждающих воздействий, которые направлены на выполнение оставшихся работ проекта в соответствии с планом.

При реализации всей совокупности процессов мониторинга наибольшее значение имеют управленческие решения по использованию ресурсов и технологий (их часто рассматривают в качестве основных средств управления). Контракты, организацию, персонал и взаимодействие рассматривают как вспомогательные средства управления.

Неотъемлемой частью мониторинга и регулирования является разработка прогнозов – вероятных сценариев выполнения проектов в будущем.

Процессы завершения

Процессы завершения имеют своей целью обеспечить передачу заказчику результатов выполнения проекта, а также упорядоченное завершение и административное закрытие проекта, включая закрытие

заключенных контрактов, окончательные расчеты со всеми участниками проекта, документирование необходимых решений и накопление отчетных документов.

Рассмотренные процессы управления проектами и их связи характерны для абсолютного большинства проектов. На практике они реализуются с учетом индивидуальных особенностей проекта.

Области знаний в управлении проектами

Кроме методического принципа существует другой подход, основанный на областях знаний, относящихся к управлению проектами (табл. 4).

Таблица 4

Области знаний в управлении проектами

Область знания	Характеристика
Управление интеграцией проекта	Описывает процессы, необходимые для организации успешного планирования и выполнения проекта: • разработки сводного плана проекта; • выполнения плана проекта; • общего управления изменениями; • инициирования проекта и его фаз; • контроля изменений предметной области проекта; • завершения проекта.
Управление содержанием проекта	Описывает процессы, необходимые и достаточные для обеспечения успешного завершения проекта: • планирования предметной области (содержания) проекта, включая формирование иерархической структуры работ; • подтверждения предметной области проекта
Управление временем проекта	Описывает процессы, необходимые и достаточные для обеспечения своевременного завершения проекта: • определения состава работ; • определения последовательности работ; • определения продолжительности работ; • разработки расписания проекта; • контроля расписания.

Окончание табл. 4

Область знания	Характеристика
Управление финансами проекта	Описывает процессы, необходимые для формирования и контроля выполнения утвержденного бюджета проекта: • планирования ресурсов; • оценки стоимости; • формирования сметы и бюджета проекта; • контроля стоимости.
Управление качеством в проекте	Описывает процессы, необходимые для обеспечения гарантий того, что проект действительно удовлетворяет потребностям, ради которых он и был принят: • планирования качества; • обеспечения качества; • контроля качества.
Управление рисками в проекте	Описывает процессы: • идентификации рисков; • оценки рисков; • разработки реагирования; • контроля рисков и реагирование на них.
Управление персоналом в проекте	Описывает процессы, необходимые для наиболее эффективного использования вовлеченного в проект персонала: • организационного планирования; • назначения персонала; • анализа деятельности и развития команды проекта.
Управление коммуникациями в проекте	Описывает процессы, необходимые для организации сбора и распределения проектной информации: • планирования коммуникаций; • организации информационной поддержки участников проекта; • отчета о выполнении проекта; • завершения управления коммуникациями в проекте.
Управление поставками и контрактами в проекте	Описывает процессы, необходимые для обеспечения проекта поставками продуктов и услуг извне: • планирования поставок и контрактов; • организации и подготовки контрактов в проекте; • контроля и регулирования контрактов; • закрытия контрактов.

Глава 5

ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОЕКТА. ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПРОЕКТА

План проекта является основным инструментом интеграции участников проекта. Разработка и согласование плана проекта обеспечивает лучшее понимание всеми участниками своих задач и ответственности. В плане проекта подробно анализируются методы обеспечения проектных затрат, сроков реализации, расписания и качества.

Структура плана управления проектом представлена на рис. 20.

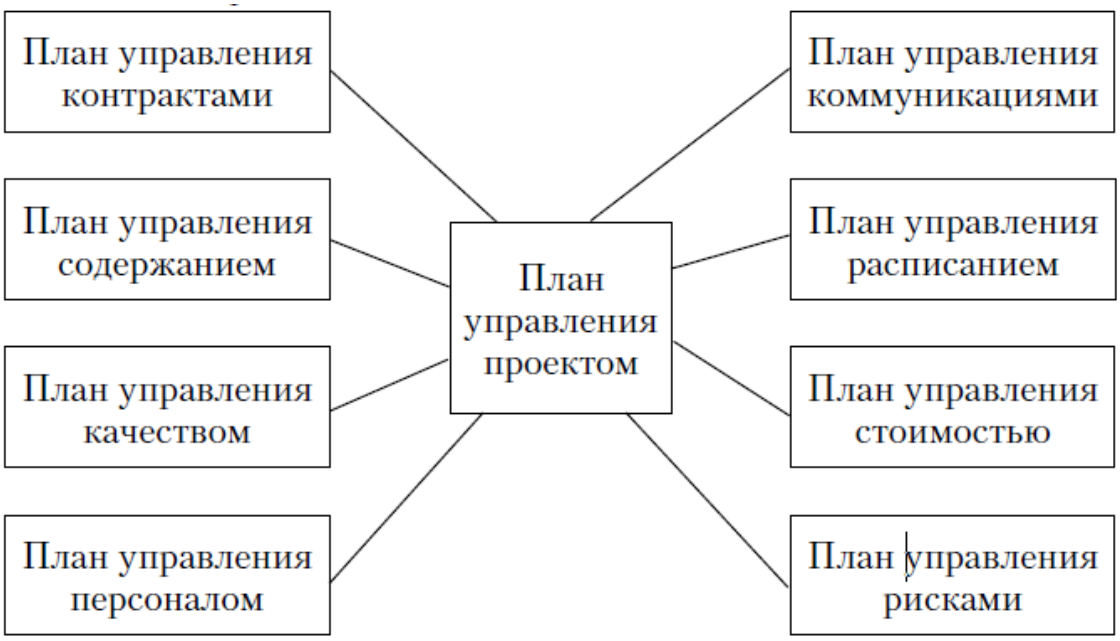


Рис. 20. Укрупненный план управления проектом

Основным объектом управления в проекте является работа. Планирование работ проекта еще называют разработкой календарного плана проекта.

Для проекта первичными являются именно результаты, а не работы. Работы исполняются только те и только такие, которые обеспечат нужные результаты, а не наоборот [6].

Процесс управления временем проекта описывает процессы, необходимые и достаточные для обеспечения своевременного завершения проекта:

– определение состава работ;
– определение последовательности работ;
– определение продолжительности работ;
– разработку расписания проекта;
– контроль расписания, включая анализ и регулирование расписания по временным параметрам.

Для этого необходимо проанализировать предметную область проекта, декомпозируя цель проекта. Иначе говоря, построить дерево целей проекта.

Декомпозиция проекта приведена на рис. 21.

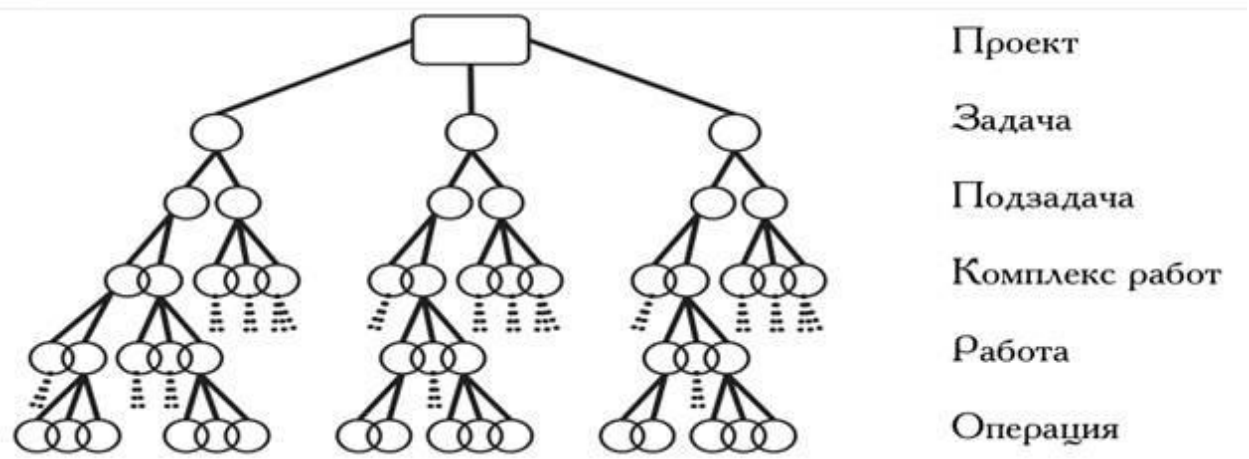


Рис. 21. Декомпозиция проекта

Структура проекта

Структура проекта – это организация связей и отношений между ее элементами.

Основные задачи структуризации [7]:

– разбивка проекта на управляемые блоки. Блок – работа, совокупность работ, подпроект (относительно независимая часть проекта);

– распределение ответственности за различные элементы и увязка работ со структурой организации;

– точная оценка затрат;

– создание единой базы для планирования и контроля за затратами;

– увязка работ по проекту с системой ведения бухгалтерских счетов;

– переход от общих целей к конкретным заданиям;

– определение комплексов работ.

Дерево целей проекта

Дерево целей – схема, показывающая, как генеральная цель разбивается на подцели следующего уровня (рис. 22).

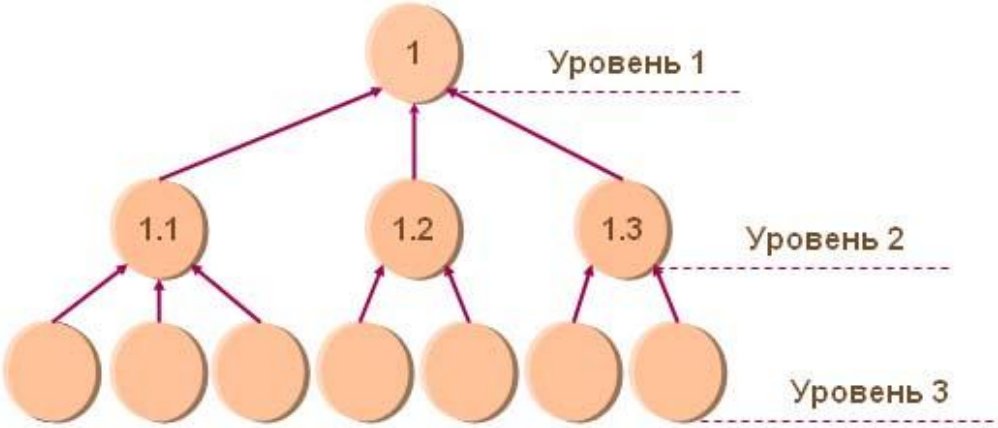


Рис. 22. Обобщенная схема дерева целей

Пример дерева целей проекта «Капитальный ремонт дома» приведен на рис. 23.

Рис. 23. Дерево целей проекта «Капитальный ремонт дома»

Структура продукции

Структура продукции – схема, показывающая структуру производимого по проекту объекта (продукта, услуги). Обобщенная схема структуры продукции приведена на рис. 24.

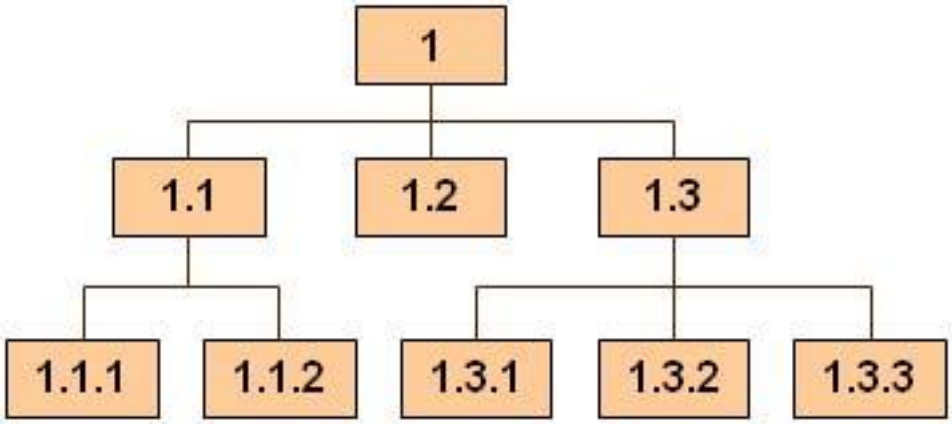


Рис. 24. Обобщенная схема структуры продукции

На рис. 25 представлена структура продукции для проекта «Капитальный ремонт дома».

Рис. 25. Структура продукции проекта «Капитальный ремонт дома»

Структура разбиения работ

Структура разбиения работ (СРР) – иерархическая структура работ (WBS – Work Breakdown Structure) отображает расчленение сложного проекта на компоненты. Нижний уровень соответствует пакетам работам, для которых разрабатывается бюджет и отчет о расходах.

Система СРР делит проект на управляемые элементы, для которых можно определить затраты и построить график. При этом учитываются:

– компоненты продукции проекта (продукт);

– этапы жизненного цикла (процесс);

– элементы организационной структуры (оргструктура);

– планирование (составление графика работ из фрагментов с последующей детализацией);

– структура проекта определяет систему административного управления (оперативное управление).

Обобщенная схема структуры разбиения работ представлена на рис. 26.

Рис. 26. Обобщенная схема структуры разбиения работ

Пример структуры разбиения работ проекта «Капитальный ремонт дома» приведен на рис. 27.

Рис. 27. Пример структуры разбиения работ проекта «Капитальный ремонт дома». Здесь: ППД – проектно-плановая документация; СД – сметная документация

Сетевая модель

Сетевая модель – ориентированный граф, отражающий последовательность выполнения работ. Сеть может состоять из подсетей, закрепленных за определенным подразделением.

Для моделирования выполнения проекта используются сетевые графики. Математической моделью сетевого графика является направленный граф, состоящий из дуг и вершин.

В диаграммах предшествования вершина соответствует работе, а дуга – связям задач («задача-вершина»).

Существует альтернативный метод построения сетевых графиков «задача-дуга». При этом задачам соответствуют дуги, а вершинам – события – начало или завершение задачи. Этот метод позволяет отображать взаимосвязи задач, но более громоздким способом – с использованием так называемых фиктивных задач, имеющих нулевую продолжительность. Такие задачи называются зависимостями.

В настоящее время этот метод используется для ручной разработки графиков. При этом удобно выбирать для стрелок-работ пропорциональной длительности выполнения соответствующих работ. Это позволяет делать такие графики очень наглядными.

Наиболее часто в настоящее время применяют сетевые графики вида «задача-вершина» с продолжительностью задач, которые рассматриваются как детерминированные величины.

Для таких сетевых моделей одним из самых распространенных методов расчета временных показателей является метод критического пути. Для того чтобы реализовать метод критического пути, необходимо:

– для каждой задачи определить продолжительность выполнения;
– представить перечень прямо предшествующих задач;
– дать опорную дату проекта (дату начала работ).

Метод критического пути (CPM) используется для определения продолжительности проекта путем анализа того, какая последовательность задач (путь) имеет наименьшую величину резерва времени.

Для метода критического пути характерен расчет показателей всех задач графика с помощью двух последовательных проходов их перечня. При этом ранние даты начала и окончания задач вычисляются с помощью прямого прохода с использованием опорной даты проекта.

Примерная последовательность выполнения *прямого прохода*:

1) для тех задач, у которых нет предшествующих, дата раннего начала принимается ранней плановой дате начала проекта; дата раннего окончания таких задач определяется суммированием дат начала и длительности выполнения работ;

2) для каждой из остальных задач проекта проверяется выполнение условия определения дат раннего начала и раннего окончания всех предшествующих задач;

3) при выполнении условия п.2 дата раннего начала задачи принимается равной максимальной дате раннего окончания предшествующих задач. Дата раннего окончания таких задач определяется суммированием дат раннего начала и длительности выполнения.

Описанные в пп.1-3 действия выполняются до тех пор, пока для всех задач не будут определены даты раннего окончания. Максимальное значение этой величины принимается в качестве даты окончания проекта.

При выполнении *обратного прохода* вычисляются поздние сроки начала и окончания задач:

1) для тех задач, у которых нет последующих, дата позднего окончания принимается равной плановой дате окончания проекта. Дата позднего начала таких задач определяется вычитанием из даты позднего окончания длительности выполнения задачи;

2) для каждой из задач проекта проверяется выполнение условия определения дат позднего начала и окончания всех последующих задач;

3) при выполнении условия п.2 дата позднего окончания задачи принимается равной минимальной дате позднего начала последующих работ задач. Дата позднего начала определяется вычитанием из даты позднего окончания длительности выполнения задачи.

Разность между ранними и поздними сроками для каждой задачи представляет собой резерв времени.

Ограничением метода критического пути является невозможность его использования в случаях, когда сетевой график проекта содержит хотя бы один контур или петлю (Loop) – путь, проходящий через любую вершину сети более одного раза.

Метод критического пути позволяет вычислить единственное детерминированное расписание проекта, базируясь на единственной оценке продолжительности каждой работы.

Обобщенная схема сетевой модели представлена на рис. 28.

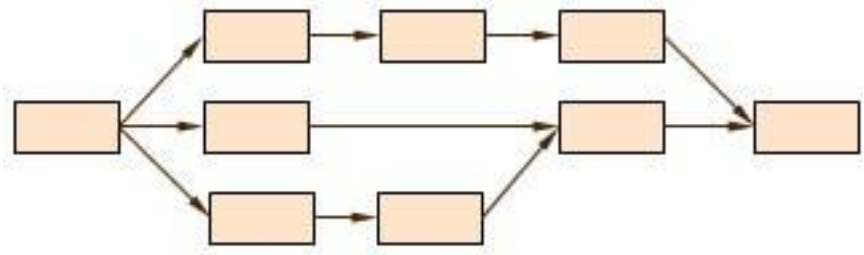


Рис. 28. Обобщенная схема сетевой модели

Пример сетевой модели проекта «Капитальный ремонт дома» представлен на рис. 29.

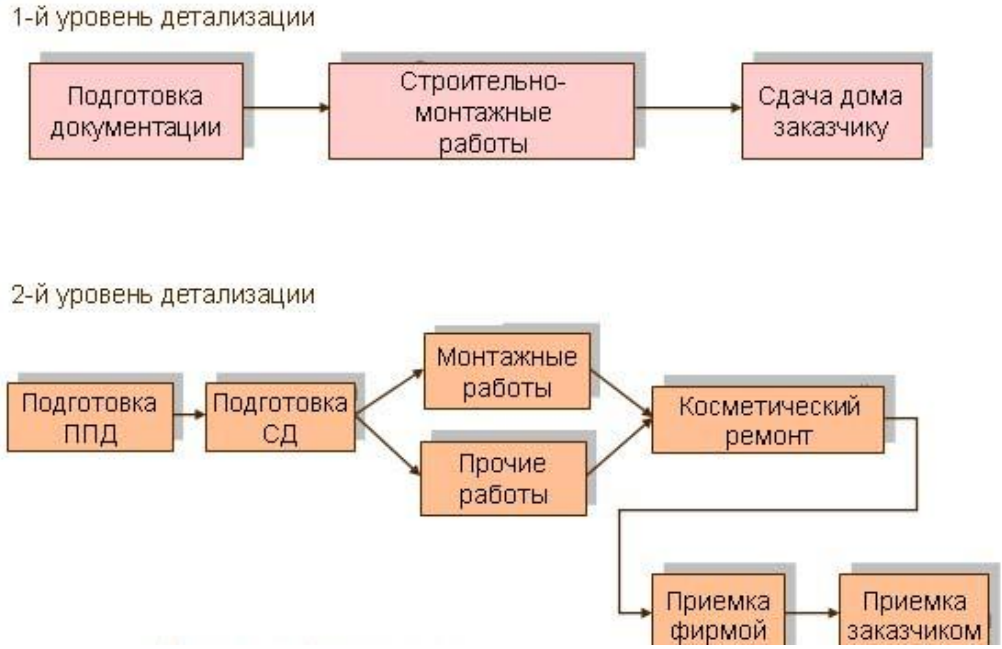


Рис. 29. Пример сетевой модели проекта «Капитальный ремонт дома».
Здесь: ППД – проектно-плановая документация, СД – сметная документация.

Еще один пример представления графа сетевого планирования представлен ниже. Инструментом сетевого анализа в этом примере будем использовать сетевые графы. Существуют различные типы сетевых графов, но наиболее часто используются стрелочные графы.

В стрелочных графах каждая операция обозначается буквой и представлена стрелкой, каждая операция начинается и заканчивается событием, имеющим определенный номер (рис. 30).

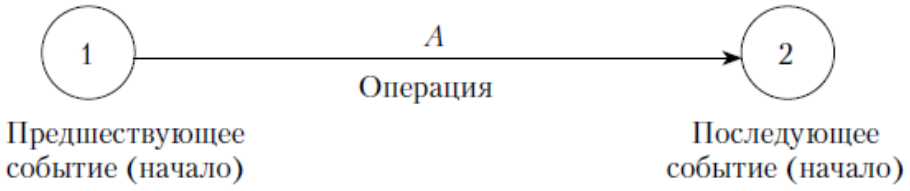


Рис. 30. Изображение операции на стрелочном сетевом графе

Многие операции в процессе планирования будут выполняться одновременно, следовательно, одному событию могут соответствовать (начинаться или заканчиваться им) несколько операций. Событие не считается свершившимся, пока не закончатся все входящие в него операции. Операция, выходящая из некоторого события, не может начаться, пока не будут закончены все входящие в него операции. Так, на рис. 31, операция *C* не может быть начата до момента, пока не будут окончены работы *A* и *B*.

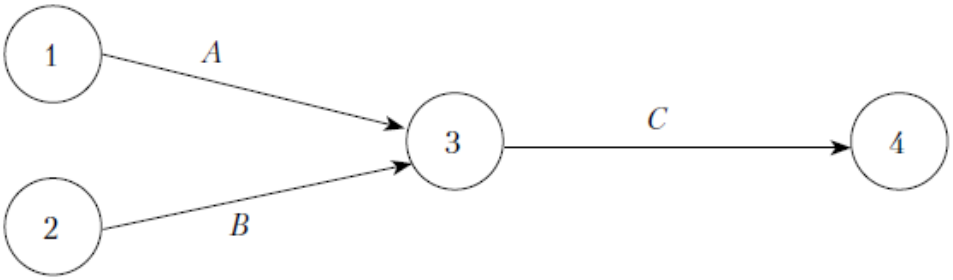


Рис. 31. Изображение логической цепочки операции
на стрелочном сетевом графе

Иногда для изображения логической последовательности операций в графы вводятся *фиктивные операции*, изображаемые пунктирными стрелками и имеющие нулевую продолжительность. Они используются тогда, когда необходимо отразить, что некоторое событие не может появиться раньше другого события, а с помощью обычных стрелок, соответствующих действительным операциям, этого сделать нельзя.

Такая ситуация показана на рис. 32. Операция *C* не может начаться раньше, чем завершится операция *A*, а работу *D* нельзя начинать раньше, чем завершатся операции *A* и *B*. События принято нумеровать так, чтобы номер конечного события был больше номеров предшествующих событий.

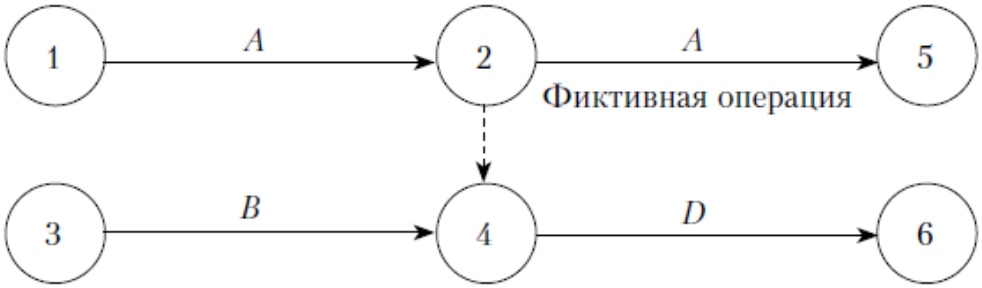


Рис. 32. Изображение стрелочного сетевого графа с фиктивной операцией

После того, как на основе таблицы предшествования строится стрелочный граф, он, как правило, пересматривается с целью исключения ненужных фиктивных операций. Это можно сделать на основе следующего принципа: если единственная операция, выходящая из некоторого события, фиктивная, то скорее всего без нее можно обойтись.

Сетевой граф должен начинаться с единственного начального события (с него начинаются все операции, не имеющие предшествующих) и заканчиваться единственным конечным событием.

Пример.

Компания *ABC* заключила контракт на производство партии станков, которые должны быть использованы для производства определенного типа деталей. Ниже приведена таблица (табл. 5) предшествования, где перечислены операции, которые необходимо выполнить в процессе разработки и производства этих станков.

Таблица 5

Последовательность работ для задачи

Код операции	Описание операции	Непосрелственно предшествующая операция
A	Составление сметы затрат проект	–
B	Согласование сметы затрат	*A*
C	Покупка собственного оборудования	*B*
D	Подготовка конструкторской документации	*B*
E	Строительство цеха	*D*
F	Монтаж оборудования	*C, E*
G	Испытания оборудования	*F*
H	Определение типа модели	*D*
I	Проектирование внешнего корпуса	*D*
J	Создание внешнего корпуса	*H, I*
K	Конечная сборка	*G, J*
L	Контрольная проверка	*K*

Построим сетевой граф (рис. 33) для таблицы предшествования из примера, описанного выше.

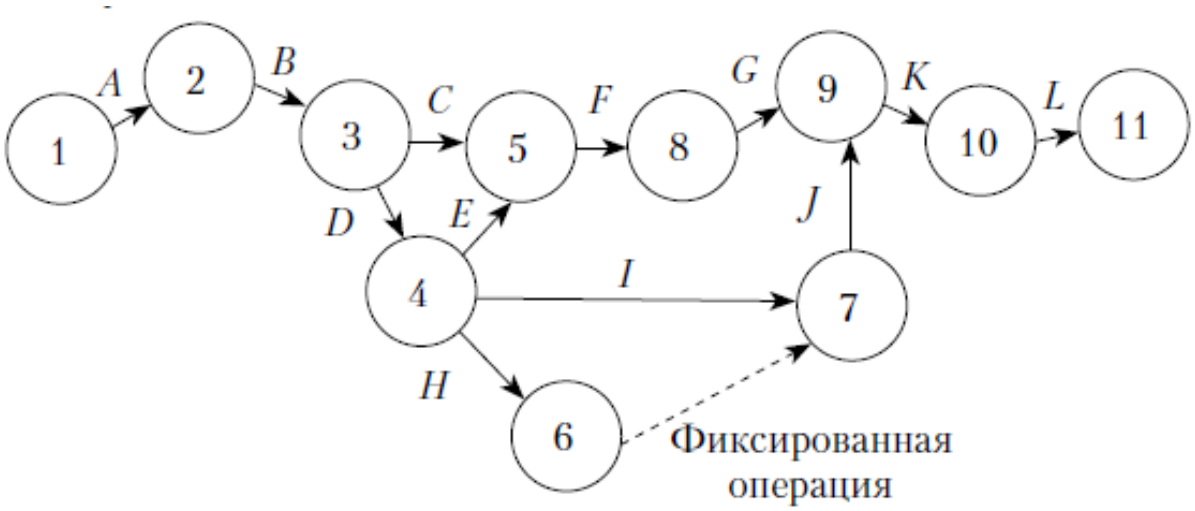


Рис. 33. Изображение сетевого графа для примера

После установления последовательности и логической взаимосвязи операций оценивается их продолжительность, а следовательно, и продолжительность всего проекта.

Помимо стрелочных графов, используют вершинные графы (диаграммы предшествования). В них узлы содержат операции проекта, а стрелки между ними характеризуют продолжительность операций (рис. 34).

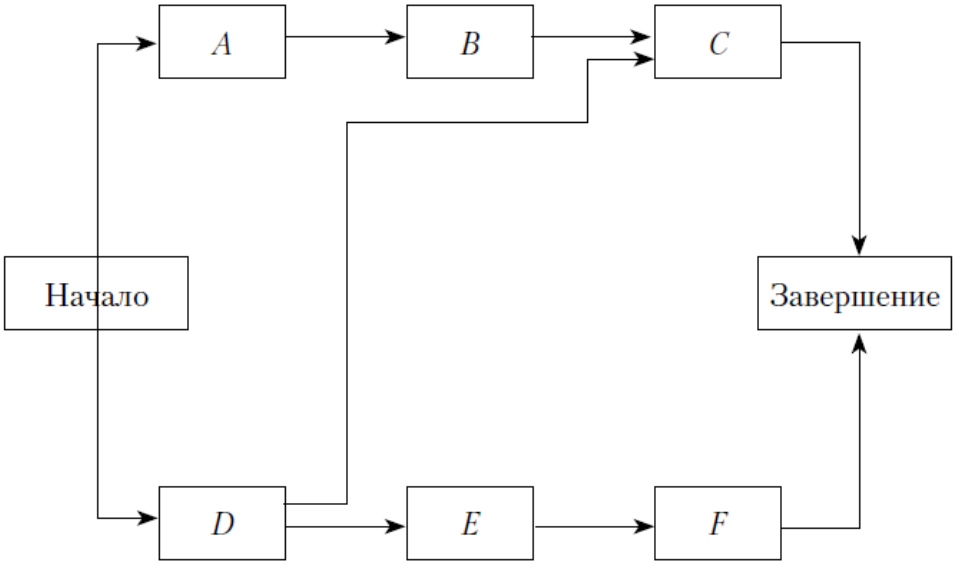


Рис. 34. Изображение вершинного графа

Анализ критического пути представлен в [1], в главе (на примере построения диаграммы Ганта), а также в других источниках.

Распространенным методом представления расписания проектов являются диаграммы (графики) Ганта (названы в честь Г. Ганта) Их горизонтальные оси отражают расписание выполнения работ, в то время как вертикальная ось служит средством отображения структурной декомпозиции работ. Они будут рассмотрены в главах 6, 7.

Организационная структура проекта

Организационная структура проекта (OBS – Organisation Breakdown Structure) приведена на рис. 35. Цель которой – определение отделов организации, ответственных за выполнение соответствующих работ, указание исполнителей работ, Уровни иногда соответствуют уровням WBS.

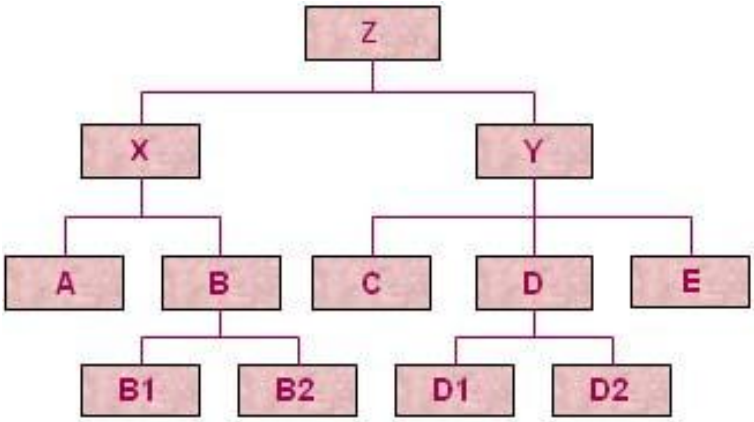


Рис. 35. Обобщенная организационная структура проекта

Пример организационной структуры проекта «Капитальный ремонт дома» представлен на рис. 36.

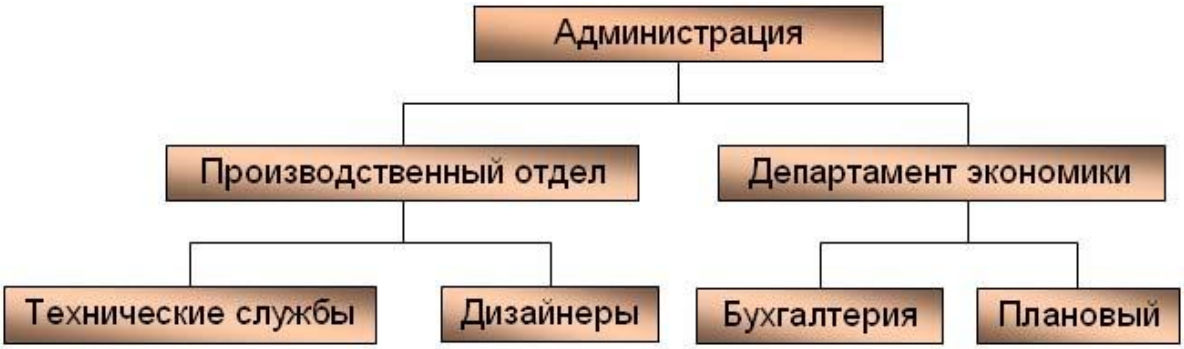


Рис. 36. Пример организационной структуры проекта «Капитальный ремонт дома»

Матрица ответственности

Матрица ответственности отражает связь пакетов работ с организациями-исполнителями на основе схем WBS и OBS.

Обобщенная структура матрицы ответственности представлена на рис. 37.

OBS / WBS		X		Y		
		A	B	C	D	E
1.0	1.1	+				
	1.2		+/-		+	+/-
2.0				+		
3.0	3.1				+/-	+
	3.2		+			
	3.3	+/-		-/+		+

Рис. 37. Обобщенная структура матрицы ответственности

Пример матрицы ответственности проекта «Капитальный ремонт дома» представлен на рис. 38.

OBS / WBS		Производственный отдел		Департамент экономики	
		Технические службы	Дизайнеры	Бухгалтерия	Плановый
1.0			+		+
2.0	2.1	+			+/-
	2.2	+/-	+		
	2.3	+		-/+	
3.0		+			+/-

Рис. 38. Пример матрицы ответственности проекта «Капитальный ремонт дома»

Структура ресурсов

Структура ресурсов – иерархический граф, отражающий необходимые на каждом уровне ресурсы.

Пример:

– 1-й уровень – материально-технические, трудовые и финансовые ресурсы;

– 2-й уровень – детализация, например для материально-технических ресурсов: материалы, машины, оборудование и т. д.

Обобщенная схема структуры ресурсов представлена на рис. 39.

Рис. 39. Обобщенная схема структуры ресурсов

Пример структуры трудовых ресурсов проекта «Капитальный ремонт дома» представлен на рис. 40.

Рис. 40. Пример структуры трудовых ресурсов проекта «Капитальный ремонт дома»

Пример структуры материальных ресурсов проекта «Капитальный ремонт дома» представлен на рис. 41.

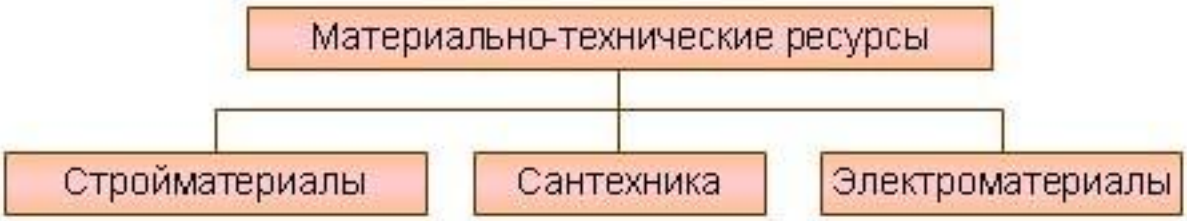


Рис. 41. Пример структуры материальных ресурсов проекта «Капитальный ремонт дома»

Структура стоимости

Структура стоимости – иерархический граф, отражающий необходимые на каждом уровне затраты.

Структура стоимости может иметь разный вид в зависимости от принятых при ее построении видов затрат. Например, структура отражает:

– два вида затрат: постоянные и переменные;

– несколько видов затрат: повременные, разовые, полные расходы (исходя из удельной стоимости), затраты на возобновляемые ресурсы (люди, оборудование);

– два вида затрат: заработную плату и затраты на материальные ресурсы и т. д.

Обобщенная схема структуры стоимости представлена на рис. 42.

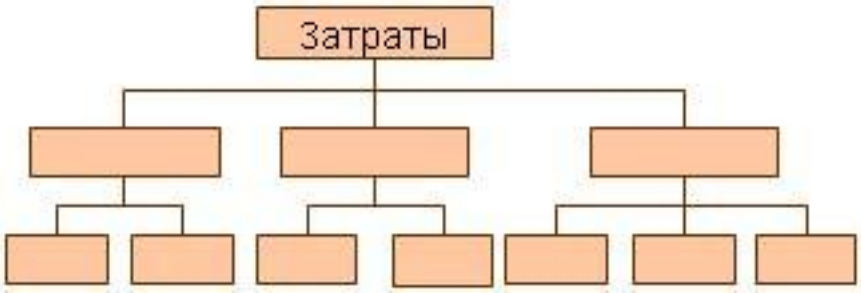


Рис. 42. Обобщенная схема структуры стоимости представлена

Пример структуры стоимости проекта «Капитальный ремонт дома» представлен на рис. 43.

Рис. 43. Пример структуры стоимости проекта «Капитальный ремонт дома»

Глава 6

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

Универсальные инструментальные программные средства предназначены для решения широкого круга задач. К ним относится электронный табличный процессор MS Excel.

Специализированные программные системы (СПС) предназначены для относительно однородных задач. Эти системы ориентированы на методы работы.

Пример построения диаграммы Ганта с помощью универсальных программных средств (MS Excel)

Постановка задачи (задача рассматривалась при обсуждении диаграмм сетевого планирования (табл. 4), для удобства и наглядности повторяем описание постановки задачи).

Компания *ABC* заключила контракт на производство партии станков, которые должны быть использованы для производства определенного типа деталей. Код операции, описание и последовательность выполнения операция приведены в табл. 6. Пример предполагает выполнение работ без выходных дней, что можно изменить.

Таблица 6

Данные задачи для построения диаграммы Ганта

Код операции	Описание операции	Непосрелственно предшествующая операция
A	Составление сметы затрат проект	–
B	Согласование сметы затрат	A
C	Покупка собственного оборудования	B
D	Подготовка конструкторской документации	B
E	Строительство цеха	D
F	Монтаж оборудования	C, E
G	Испытания оборудования	F
H	Определение типа модели	D
I	Проектирование внешнего корпуса	D
J	Создание внешнего корпуса	H, I
K	Конечная сборка	G, J
L	Контрольная проверка	K

Описание технологии решения

1. Создайте таблицу работ в Excel (табл. 7). Шапка таблицы находится в первой строке Excel. Таблица содержит исходные данные (столбцы 1, 2, 4, 5) и формулы (столбец 6 и ячейка, содержащая начало работы А). Обратите внимание на то, что в столбцах «Дата начала работы» и «Дата окончания работы» стоят формулы (вид таблицы удобно рассмотреть на рис. 47, содержащим результат).

Пояснения:

– дата начала следующей работы в нашем примере вычисляется как дата окончания предыдущей +1;

– там, где речь идет о выборе конечной даты нескольких предшествующих работ, рекомендуем для универсальности приложения использовать функцию МАКС (… , …). Например, для операции F (монтаж оборудования) в соответствии с ЭТ, изображенной на рис. 47, функция содержит адреса F4; F6, т.е. формула выглядит так: =МАКС (F4; F6).

Исходные данные (столбцы 1, 2, 4, 5 и опорная дата начала проекта) и остальные значения появятся после расчета по формулам (см. п. 1).

Таблица 7

Исходные данные и результаты режима

Код операции	Описание операции	Дата начала работы	Продолжительность	Предшествующая работа	Дата окончания работы
A	Составление сметы затрат проекта	10.01.2018	8	-	18.01.2018
B	Согласование сметы затрат	19.01.2018	10	A	29.01.2018
C	Покупка собственного оборудования	30.01.2018	6	B	05.02.2018
D	Подготовка конструкторской документации	30.01.2018	4	B	03.02.2018
E	Строительство цеха	04.02.2018	40	D	16.03.2018
F	Монтаж оборудования	20.03.2018	10	C,E	27.03.2018
G	Испытания оборудования	30.03.2018	6	F	03.04.2018
H	Определение типа модели	08.02.2018	4	D	08.02.2018
I	Проектирование внешнего корпуса	08.02.2018	4	D	08.02.2018
J	Создание внешнего корпуса	12.02.2018	6	H,I	15.02.2018
K	Конечная сборка	05.04.2018	4	G,J	08.04.2018
L	Контрольная проверка	22.02.2018	2	K	11.04.2018

2. Выделите таблицу (B1:D13). Обратите внимание, что ячейка B1 – пустая. Оставляя эту ячейку пустой, вы гарантируете, что Excel НЕ ИСПОЛЬЗУЕТ столбцы C и D в качестве категорий осей.

3. Выполните команду *Вставка, Диаграммы, Другие, Линейчатая с накоплением*. Нажмите *ОК* (рис. 44, 45).

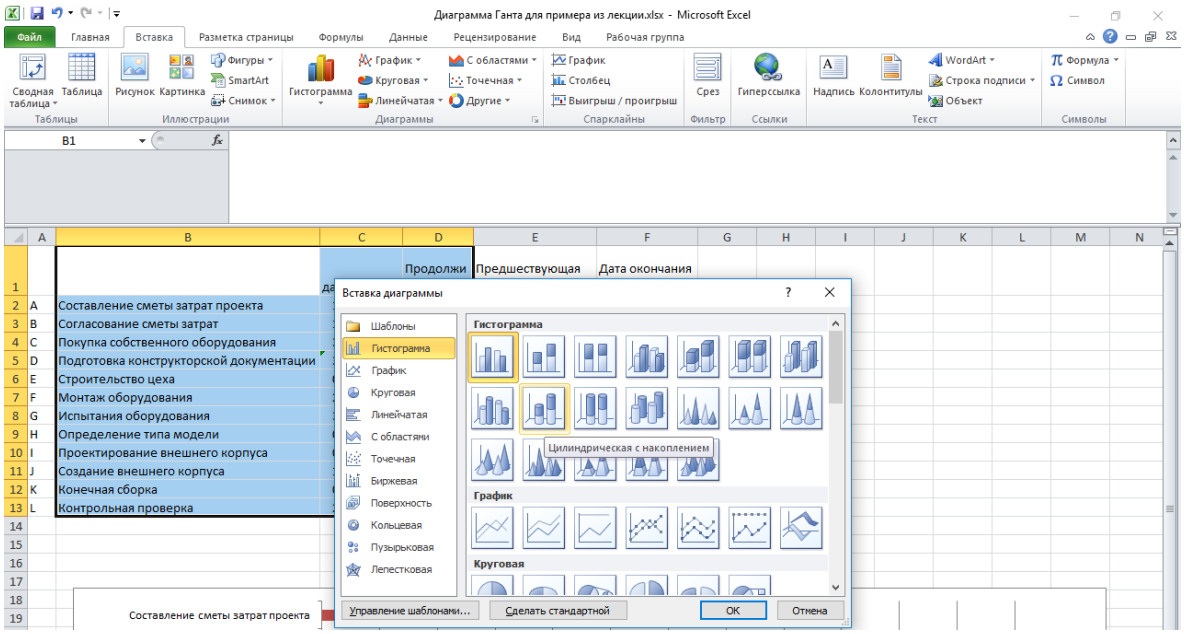


Рис. 44. Вставка диаграммы

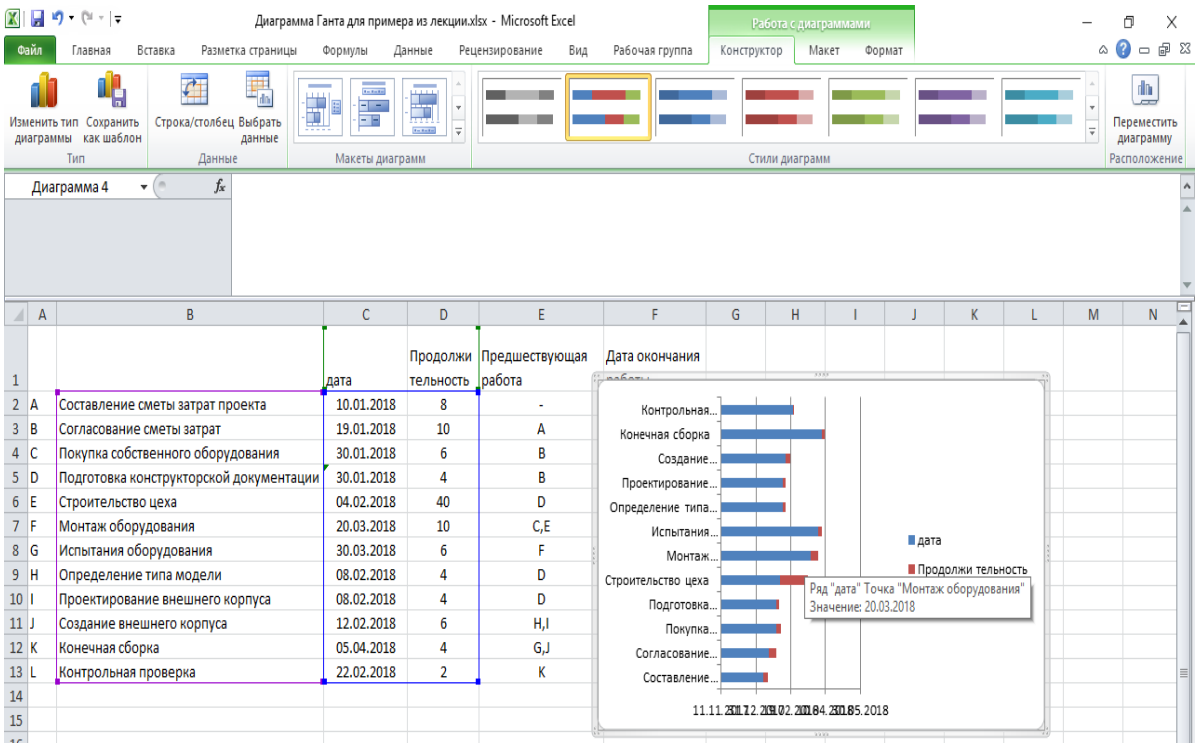


Рис. 45. Вид экрана после выполнения выбора команды «Вставка диаграммы»

4. Удалите легенду.

5. Выделите вертикальную ось и с помощью контекстного меню (правая кнопка мыши) вызовите диалоговое окно *Формат оси*.

6. Перейдите в раздел *Параметры оси*, установите флажок *Обратный порядок категорий* для отображения задач по прядку, начиная с верхней (рис. 46). Установите переключатель *Пересечение с горизонтальной осью* в положение *В максимальной категории* для отображения даты в нижней части. Закройте окно.

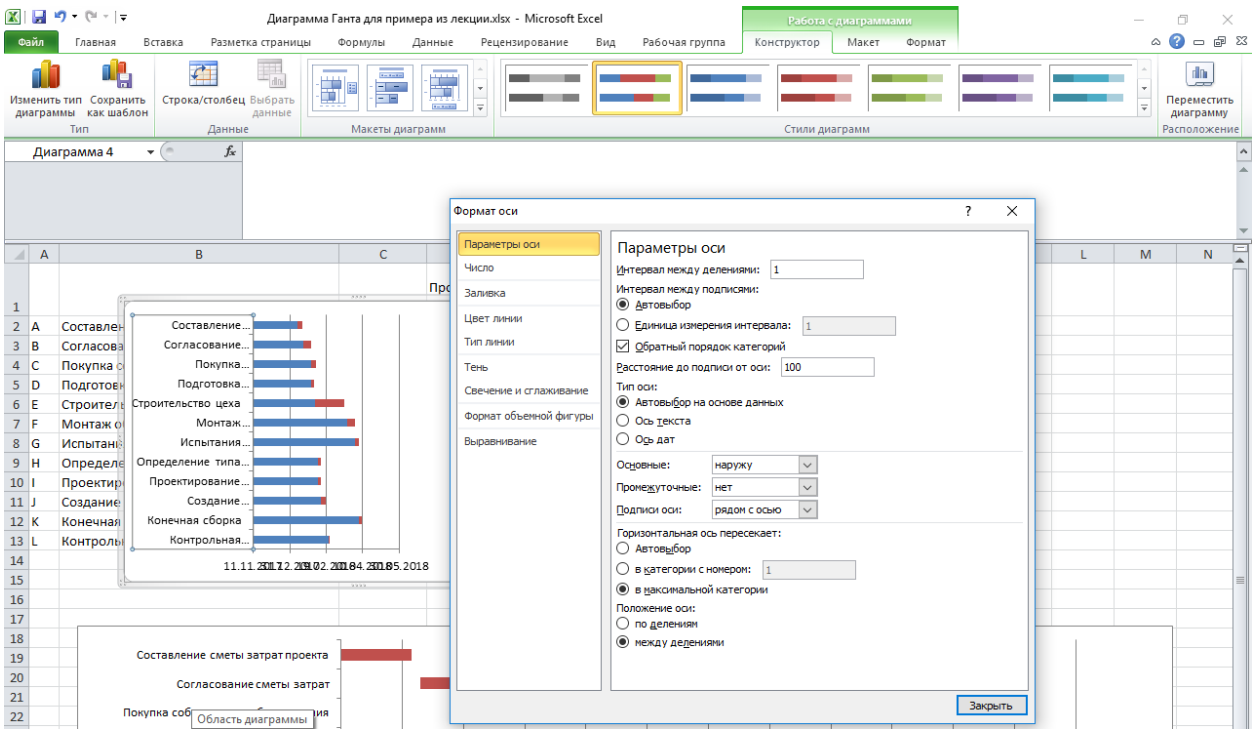
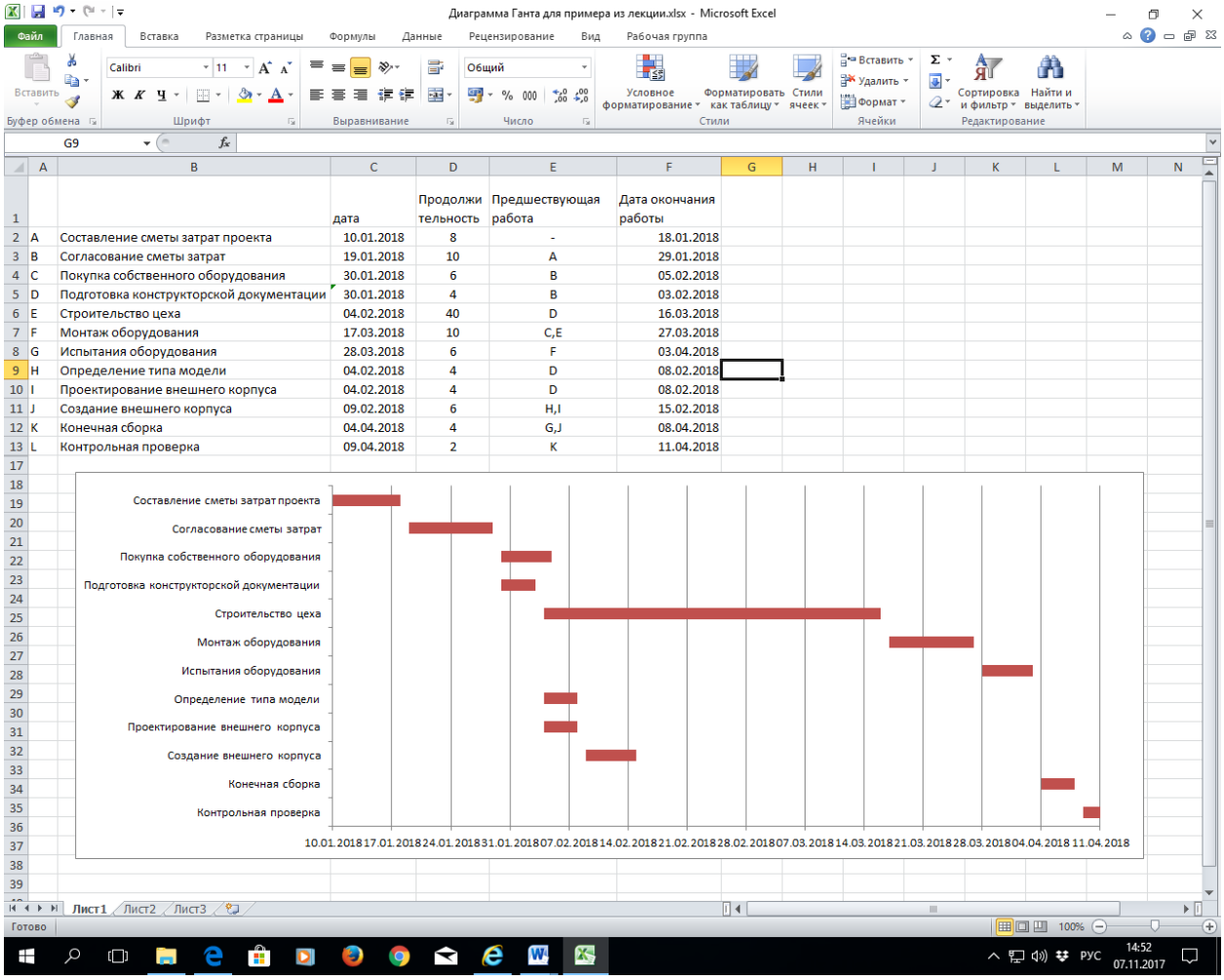


Рис. 46. Окно *Формат оси*

7. Выберите ряд данных и откройте диалоговое окно *Формат ряда данных* (используйте контекстное меню).

8. Перейдите в раздел *Заливка* и установите переключатель в положение *Нет заливки*. В разделе *Граница* установите значение *Нет линий*. Выполните команду *Закрыть*. Эти шаги эффективно скрывают ряды данных.

9. Выберите элемент *Горизонтальная ось* и выберите элемент *Формат оси*. Настройте параметры *Граница*. Минимальное значение (10/01/2018) и максимальное значение (10/04/2018). Укажите значение 7 в поле *Единицы измерения Основные деления*, чтобы отображать интервал в одну неделю, и используйте раздел *Число* для указания формата данных для подписей осей (рис. 47).



		дата	Продолжительность	Предшествующая работа	Дата окончания работы
A	Составление сметы затрат проекта	10.01.2018	8	-	18.01.2018
B	Согласование сметы затрат	19.01.2018	10	A	29.01.2018
C	Покупка собственного оборудования	30.01.2018	6	B	05.02.2018
D	Подготовка конструкторской документации	30.01.2018	4	B	03.02.2018
E	Строительство цеха	04.02.2018	40	D	16.03.2018
F	Монтаж оборудования	17.03.2018	10	C,E	27.03.2018
G	Испытания оборудования	28.03.2018	6	F	03.04.2018
H	Определение типа модели	04.02.2018	4	D	08.02.2018
I	Проектирование внешнего корпуса	04.02.2018	4	D	08.02.2018
J	Создание внешнего корпуса	09.02.2018	6	H,I	15.02.2018
K	Конечная сборка	04.04.2018	4	G,J	08.04.2018
L	Контрольная проверка	09.04.2018	2	K	11.04.2018

Рис. 47. Диаграмма Ганта для данных, представленных в таблице (строки 1–13)

10. Если Вы хотите откорректировать календарный план (например, увеличить продолжительность работ или сдвинуть начало какой-либо работы), достаточно для этого внести изменение в таблицу. Диаграмма будет автоматически перестроена.

11. Примените другие параметры форматирования по желанию.

Анализ критического пути

Применим метод критического пути (CPM), описанный в главе 2, для определения продолжительности проекта по диаграмме Ганта (хотя о применении этого метода чаще упоминают в сетевом планировании на основе графов) для нашего примера, анализируя, какая последовательность задач (путь) имеет наименьшую величину резерва времени.

Ранние даты начала и окончания задач вычисляются с помощью прямого прохода с использованием опорной даты проекта.

В нашем примере, как и во многих других проектах, многие операции выполняются параллельно, поэтому существует несколько возможных путей прохождения описанных операций. Любая задержка срока начала или окончания выполнения некоторых операций приводит к задержке срока выполнения проекта в целом. Такие операции называются *критическими*. Последовательность критических операций составляет *критический путь проекта*. Продолжительность критического пути определяет общую продолжительность проекта.

Для того чтобы определить критический путь, необходимо сделать следующее [1].

1. Определим для каждой операции наиболее ранние сроки начала и окончания ее выполнения.

Ранний срок начала операции (early start – ES) – это дата, раньше которой нельзя приступить к выполнению операции, учитывая сроки выполнения предшествующих ей операций. Аналогично, ранний срок окончания операции (early finish – EF) – это дата, раньше которой невозможно закончить выполнение операции, учитывая сроки выполнения предшествующих ей операций. Срок окончания операции определяется суммированием срока начала и продолжительности операции $T_{операции}$:

$$EF = ES + T_{операции}. \qquad (9)$$

2. Определим для каждого события наиболее поздние сроки начала и окончания. Поздний срок начала операции (late start – LS) – дата, позже которой невозможно приступить к выполнению операции, не нарушив при этом срок реализации проекта в целом. Поздний срок окончания (late finish – LF) – дата, позже которой нельзя завершить операцию, не задержав выполнение проекта.

Поздние сроки определяются обратным прохождением пути проекта:

$$LF = LS + T_{операции}. \qquad (10)$$

3. Критическими являются те операции, для которых ранние и поздние сроки начала операции совпадают.

$$ES = LS. \qquad (11)$$

4. Критический путь определяется продолжительностью критических операций.

Итак, определим длину критического пути для нашего примера. Напоминаем, что примерная последовательность выполнения *прямого прохода* представлена ниже.

1. Для тех задач, у которых нет предшествующих, дата раннего начала принимается ранней плановой дате начала проекта (в нашем примере это операция А). Дата раннего окончания таких задач определяется суммированием дат начала и длительности выполнения работ.

2. Для каждой из остальных задач проекта проверяется выполнение условия определения дат раннего начала и раннего окончания всех предшествующих задач.

3. При выполнении условия п. 2 дата раннего начала задачи принимается равной максимальной дате раннего окончания предшествующих задач. Дата раннего окончания таких задач определяется суммированием дат раннего начала и длительности выполнения.

Описанные в пп. 1–3 действия выполняются до тех пор, пока для всех задач не будут определены даты раннего окончания. Максимальное значение этой величины принимается в качестве даты окончания проекта.

В табл. 8 отражены результаты вышеперечисленных рассуждений.

Таблица 8

Расчет наиболее ранних сроков начала и окончания

Операция	Продолжительность операции (дни)	ES – наиболее ранний срок начала операции	EF – наиболее ранний срок окончания операции
A	8	0	0+8=8
B	10	8	8+10=18
C	6	18	18+6=24
D	4	18	18+4=22
E	40	22	22+40=62
F	10	62	62+10=72
G	6	72	72+6=78
H	4	22	22+4=26
I	4	22	22+4=26
J	6	26	26+6=32
K	4	78	78+4=82
L	2	82	82+2=84

Из табл. 8 видим, что длительность проекта составляет 84 дня.

В табл. 9 представлены результаты анализа обратного прохода.

Таблица 9

Вычисление LF и LS методом обратного прохода

Операция	Продолжительность операции (дни) (T)	LF – наиболее поздний срок окончания операции	LS – наиболее поздний срок начала операции (LS=LF-T)	Пояснение
L	2	84	84-2=82	
K	4	82	82-4=78	K нужно завершить до наступления более позднего срока начала L
J	6	78	78-6=72	G,J нужно завершить до наступления более позднего срока начала К
I	4	72	72-4=68	H,I нужно завершить нужно завершить до наступления более позднего срока начала D
H	4	72	72-4=68	H,I нужно завершить нужно завершить до наступления более позднего срока начала D
G	6	78	78-6=72	G,J нужно завершить до наступления более позднего срока начала К
F	10	72	72-10=62	C,E нужно завершить до наступления более позднего срока начала F
E	40	62	62-40=22	E нужно завершить до наступления более позднего срока начала D
D	4	68	68-4=64	D нужно завершить до наступления более позднего срока начала B
C	6	62	62-6=56	C нужно завершить до наступления более позднего срока начала B
B	10	22	22-10=12	B нужно завершить до наступления более позднего срока начала A
A	8	12	12-8=4	A нужно завершить до наступления более позднего срока начала B

При выполнении *обратного прохода* вычисляются поздние сроки начала и окончания задач.

1. Для тех задач, у которых нет последующих, дата позднего окончания принимается равной плановой дате окончания проекта.

Дата позднего начала таких задач определяется вычитанием из даты позднего окончания длительности выполнения задачи.

2. Для каждой из задач проекта проверяется выполнение условия определения дат позднего начала и окончания всех последующих задач.

3. При выполнении условия п.2 дата позднего окончания задачи принимается равной минимальной дате позднего начала последующих работ задач. Дата позднего начала определяется вычитанием из даты позднего окончания длительности выполнения задачи.

Разность между ранними и поздними сроками для каждой задачи представляет собой резерв времени.

Сведем в табл. 10 значения наиболее ранних (ES) и наиболее поздних (LS) сроков начала операций.

Таблица 10

Значения наиболее ранних (ES) и наиболее поздних (LS) сроков начала операций

Операция	ES – наиболее ранний срок начала операции	LF – наиболее поздний срок окончания операции
A	0	0
B	8	12
C	18	22
D	18	62
E	22	68
F	62	62
G	72	72
H	22	78
I	22	72
J	26	72
K	78	78
L	82	82

Операции F, G, K, L имеют совпадающие значения ранних и поздних сроков начала операции. Значит, эти операции являются критическими и определяют критический путь проекта.

Далее мы рассмотрим вариант построения диаграммы Ганта с использованием MS Project 2013.

Глава 7

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ

Система управления проектами MS Project

В практику управления проектами вошло использование специализированных программных средств (СПС), выполняющих наиболее трудоемкую и рутинную часть работы в управлении проектами.

СПС предназначены в основном для поддержки средствами информационных технологий разработки графиков реализации проектов, отслеживания хода и результатов работ, а также для анализа выполненных работ в сопоставлении с затратами и прогнозирования показателей завершения проекта.

Возможности MS Project позволяют применять ее для большинства проектов. На ее основе можно изучать характерные особенности систем управления проектами.

Для всех систем управления проектами характерны черты:

– основной компонент – сетевой график;

– основные элементы графика – это задачи (работы), связи между работами, ресурсы и назначения ресурсов работам;

– график проекта формируется так, что все задачи проекта отражают технологическую цепочку их выполнения с учетом иерархической структуры работ;

– ресурсы – это то, что необходимо для управления проектом; они бывают трудовыми, финансовыми, материальными, временными, производственными;

– все группы данных, описывающих каждый проект, можно разделить на описание задач проекта, описание взаимосвязи задач, распределение ресурсов по задачам, календарное расписание всего проекта в целом;

– в качестве базовой методики показателей графика используется метод критического пути.

Сетевой алгоритм, реализующий этот метод, автоматически вычисляет для всех задач графика моменты раннего и позднего начала, окончания каждой работы. Задачи, для которых ранний и поздний

сроки начала совпадают, находятся на критическом пути. Эти задачи определяют срок завершения всего проекта.

Перечисленные особенности характерны для всех систем управления проектами. Система MS Project является одной их них. Различные версии этой системы обеспечивают применение методологии управления проектами во многих видах деятельности.

Читателю предлагается ознакомиться с системой MS Project на конкретном примере.

Целью первого проекта:

– понять основы технологии управления проектами;

– научиться пользоваться основными возможностями MS Project.

Планирование содержания и определения структуры работ на стадии предварительного планирования

Пусть для некоторой квартиры определены объем ремонтных работ и примерная стоимость материалов.

Рассмотрим создание нового файла графика проекта для этого примера. Исходя из предполагаемых результатов предварительных переговоров с заказчиком и опыта выполнения аналогичных работ, установлено, что основные этапы проекта после его начала будут такими:

– подготовка к ремонту квартиры;
– закупка материалов;
– ремонт полов;
– ремонт электросетей и сантехники;
– ремонт стен и потолков;
– отделка помещений.

Создание нового файла проекта

Назначим опорную дату. Дата начала проекта будет использоваться как точка отсчета для вычисления календарных дат задач проекта. Дата завершения проекта будет вычисляться.

Технология работы.

1. Запустите *Project* и выберите *Новый проект*, затем вкладку *Проект*, *Сведения о проекте* (рис. 48). Введите сегодняшнюю дату, остальные поля оставьте без изменения.

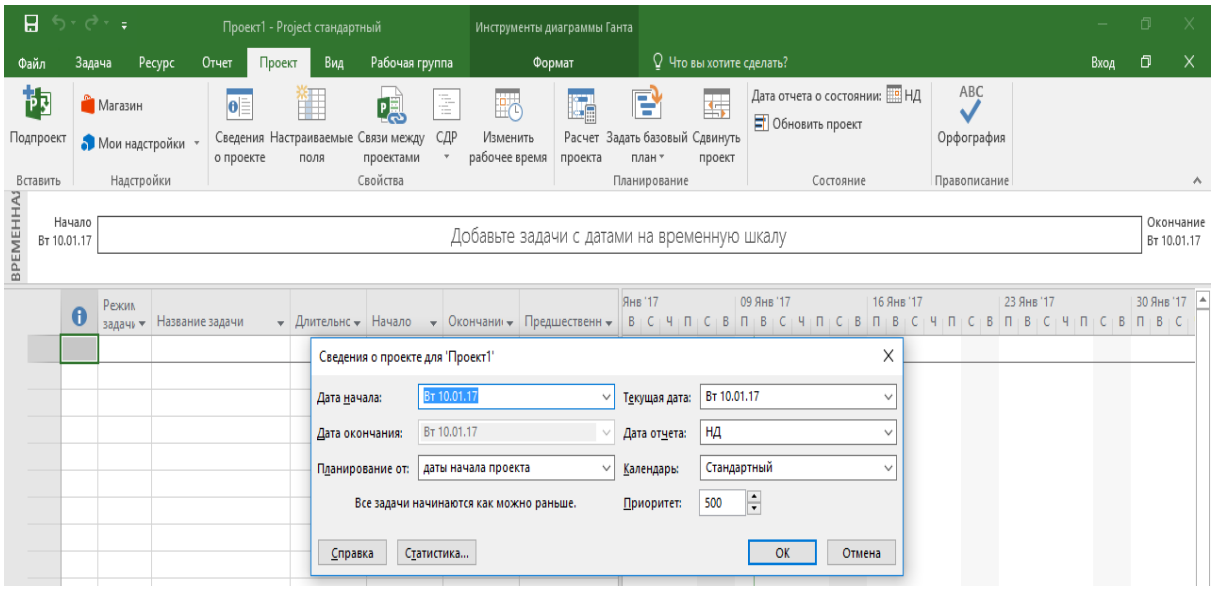


Рис. 48. Ввод плановой даты начала проекта

2. Для того чтобы обеспечить максимальное удобство работы с программой, перед сохранением файла графика можно установить нужные режимы работы. Для этого во вкладке *Файл* выберите команду *Параметры*, *Расписание* (рис. 49). Выполните в этом окне следующие действия:

– в поле *День начала недели* выберите *Понедельник*;

– в поле *Показывать единицы назначений в виде* выберите *числовых значений*;

– в области *Параметры* планирования для этого проекта назначаем:

- для поля *Новые задачи – Автоматическое планирование*;
- для поля *Автоматически планируемые задачи* планируются выбрать значение *Дата начала проекта*;

– установите флажок *Новые задачи имеют фиксированный объем работ.* Это позволит при назначении на задачи новых исполнителей быть уверенным, что сделанные назначения будут сохранены;

– снимите флажок *Автоматическое связывание вставленных или перемещаемых задач*, иначе все задачи проекта будут строго последовательными, причем при изменении места задач в списке Project автоматически будет изменяться связь между ними, даже не информируя при этом пользователя.

– нажмите кнопку *ОК*.

3. Выберите на вкладке *Параметры* вкладку *Отображение* (рис. 50) и на ней в поле *Валюта* выберите рубли, а в поле *Десятичные знаки* – 0.

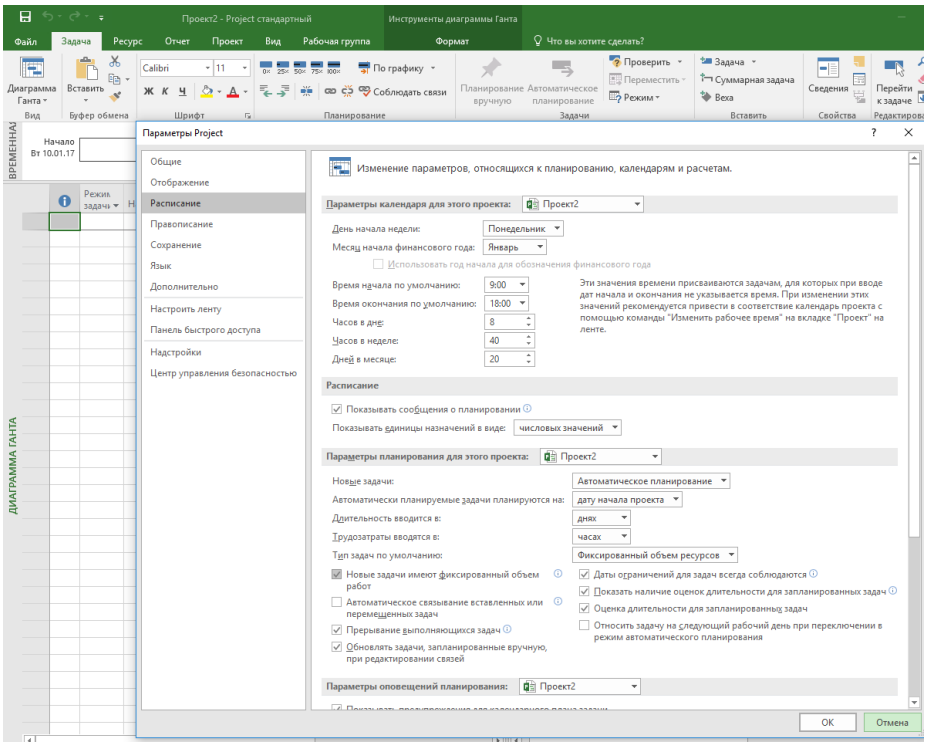


Рис. 49. Окно настройки параметров проекта, пункт *Расписание*

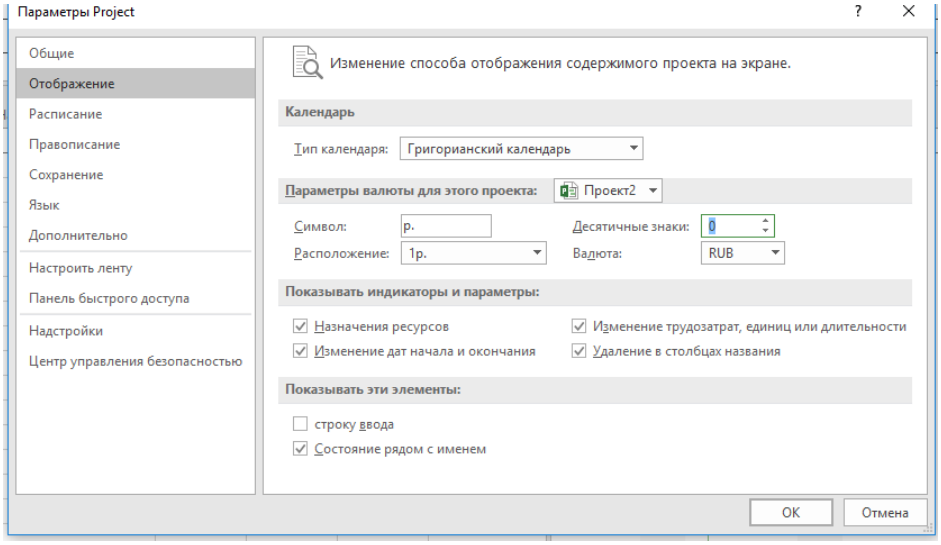


Рис. 50. *Параметры, Отображение*

4. По аналогии с пунктом 3 на вкладке *Дополнительно* в области *Параметры отображения проекта* рекомендуется установить флажок *Показать суммарную задачу проекта*, а в поле *Дни* – выбрать отображение единицы размерности *д*.

5. Сохраните файл графика проекта в свою папку под именем *Ремонт* (*Сохранить как*).

Уточнение рабочего времени проекта

Для предварительного плана проекта этот шаг можно во многих случаях опустить и перейти к формированию перечня задач графика проекта.

Определение состава задач с оценкой продолжительности их выполнения

При работе с графиком пользователю удобно вводить работы, под названием *вехи*. Эти работы представляют собой метки, с помощью которых удобно контролировать ключевые моменты графика. Если у работы нулевая длительность и она отмечена как веха (практически событие), это поможет наглядно контролировать график.

Состав задач определен выше. Введем эти задачи.

1. Выберите в меню *Вид, Диаграмма Ганта*.
2. Выделите в нужной строке ячейку столбца *Название задачи* и введите название. Введите длительность, явно указывая размерность. Для первой и последней задач (*Начало проекта, Окончание проекта*) (рис. 51) укажите вехи (в окне сведений о задаче на вкладке *Дополнительно* установить флажок *Пометить задачу как веху*. Длительность каждой из этих вех равна 0.
3. Сохраните файл.

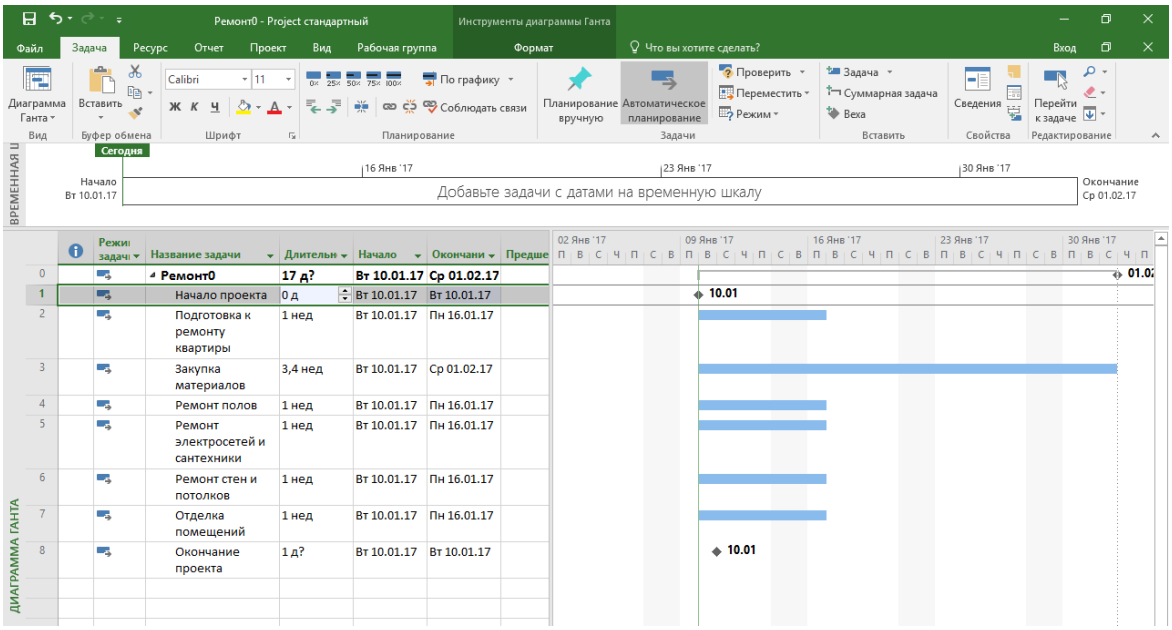


Рис. 51. Вид предварительного плана проекта с сформированным перечнем задач

Формирование ресурсного обеспечения – трудозатрат

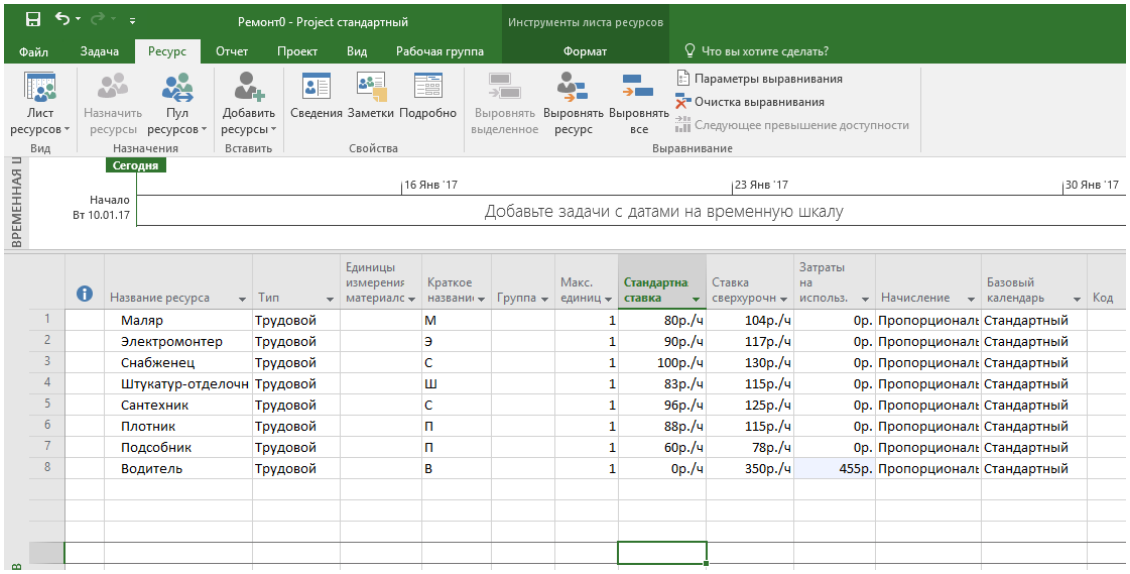
Ресурсы делятся на 3 основных класса:

– трудовые или возобновляемые, которые могут быть повторно использованы (люди, оборудование);

– материальные или невозобновляемые (материалы, электроэнергия, финансовые средства т.д.);

– финансовые ресурсы.

Предположим, что перечень основных трудовых ресурсов проекта определен в виде, показанном на рис. 52. Этот перечень сформирован в форме представления *Лист ресурсов*, доступ к которой обеспечивается командой *Ресурс*, *Лист ресурсов*. Обратите внимание на строке 8 (*Водитель*). Здесь следует внести изменения: Стандартная ставка = 350 р/ч, а ставка сверхурочная = 455 р/ч).



	Название ресурса	Тип	Единицы измерения материалс	Краткое названи	Группа	Макс. единиц	Стандартна ставка	Ставка сверхурочн	Затраты на использ.	Начисление	Базовый календарь	Код
1	Маляр	Трудовой		М		1	80р./ч	104р./ч	0р.	Пропорционал	Стандартный	
2	Электромонтер	Трудовой		Э		1	90р./ч	117р./ч	0р.	Пропорционал	Стандартный	
3	Снабженец	Трудовой		С		1	100р./ч	130р./ч	0р.	Пропорционал	Стандартный	
4	Штукатур-отделочн	Трудовой		Ш		1	83р./ч	115р./ч	0р.	Пропорционал	Стандартный	
5	Сантехник	Трудовой		С		1	96р./ч	125р./ч	0р.	Пропорционал	Стандартный	
6	Плотник	Трудовой		П		1	88р./ч	115р./ч	0р.	Пропорционал	Стандартный	
7	Подсобник	Трудовой		П		1	60р./ч	78р./ч	0р.	Пропорционал	Стандартный	
8	Водитель	Трудовой		В		1	0р./ч	350р./ч	455р.	Пропорционал	Стандартный	

Рис. 52. Вид перечня ресурсов проекта

Ставка сверхурочных = 130 % от стандартной ставки. Значения поля *Макс.единиц* пока оставим по умолчанию.

На стадии предварительного планирования можно использовать роли, т.к. это позволяет не думать о конкретных исполнителях. Для этого щелкнуть по названию ресурса, в окне *Ресурсы* на вкладке *Общие* установить флажок *Бюджет*. Для такого ресурса будет блокироваться вкладка *Затраты* и область *Доступность ресурса* на вкладке *Общие*. Делать эту операцию следует до назначения соответствующего ресурса на задачи проекта (рис. 53).

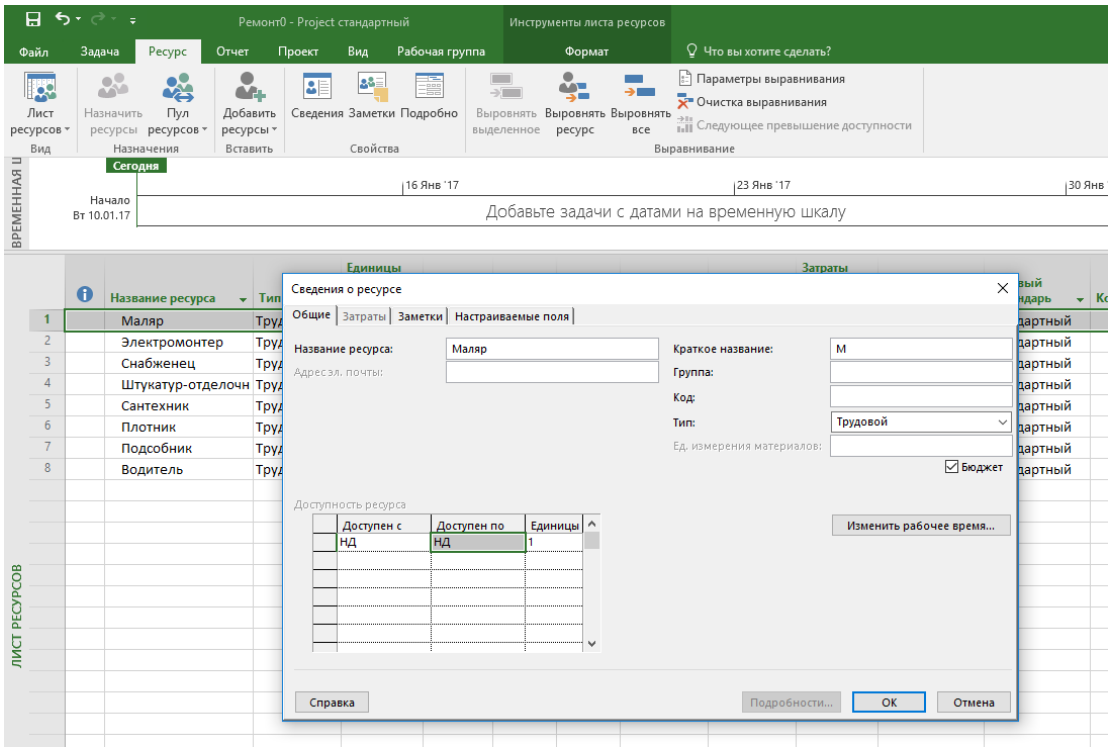


Рис. 53. Назначение роли (на примере ресурса *Маляр*).

Сохраните файл предварительного графика с такими данными под именем *Ремонт*.

Объем работ, выполняемых ресурсом каждого вида, вычисляется автоматически по формуле (для справки):

$$Трудозатраты = Длительность \cdot Единицы, \qquad (12)$$

где *Трудозатраты* – трудоемкость назначения;

Длительность – продолжительность работы;

Единицы – количество единиц ресурса.

В Project размерность показателя *Трудозатраты* определяется выбором размерности с меню *Файл, параметры, Расписание* с помощью поля *Трудозатраты вводятся в* (например, чел./часы).

Назначение ресурса задаче

Назначим ресурсы задаче.

1. Убедитесь, что файл открыт на представлении *Диаграмма Ганта*.
2. Выделите нужную задачу.

3. Нажмите комбинацию клавиш <Alt>+<F10>. На экране откроется окно *Назначение ресурса* (рис. 54, 55).

4. В области *Ресурсы* проекта в столбце *Название ресурса* содержится полный список ресурсов. Введите для ресурса *Снабженец* количество единиц – 1, а *Подсобник* – 3.

5. Удалите ресурс *Снабженец*.

6. Замените ресурс *Подсобник* на ресурс *Водитель* и введите количество единиц – 0,2.

7. Выполните назначение ресурсов в соответствии с данными табл. 11. В квадратных скобках указано количество единиц. Отсутствие квадратных скобок – соответствует 1. Результат представлен на рис. 56.

8. Сохраните файл с именем Ремонт.mpp.

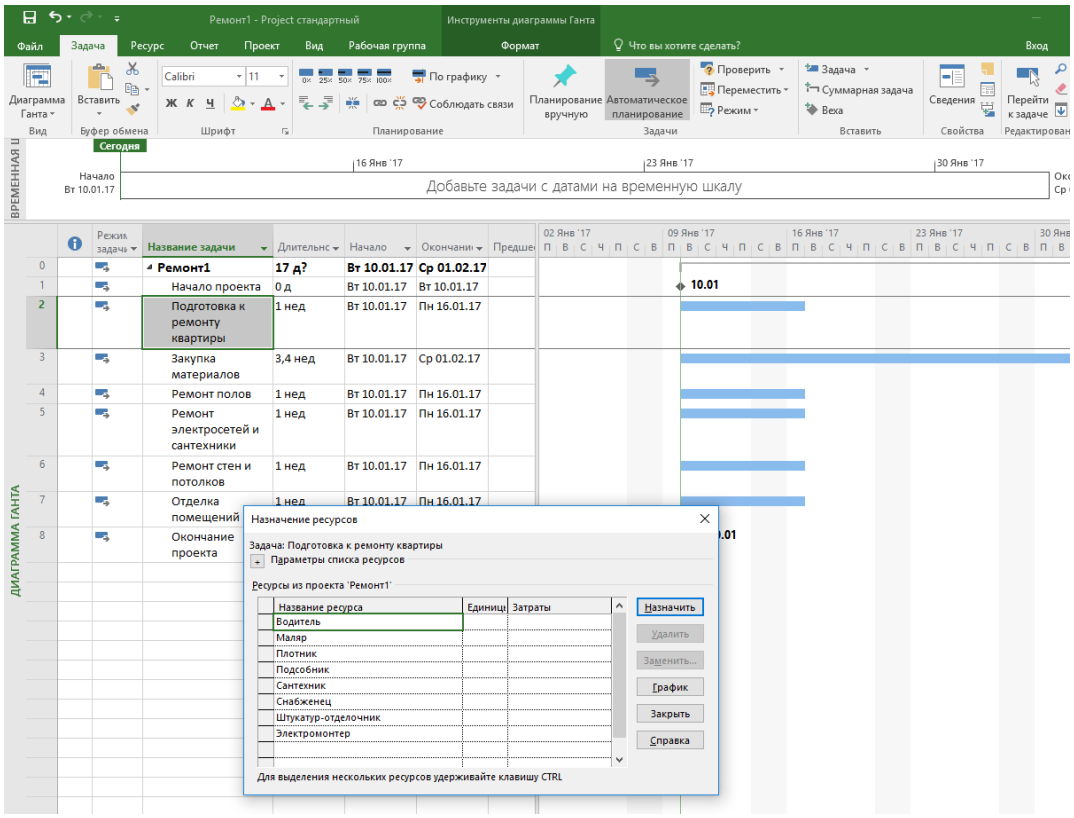


Рис. 54. Назначение ресурса задаче

Таблица 11

Назначение ресурсов

Идентификатор	Название задачи	Длительность	Назначение
1	Начало проекта	0	
2	Подготовка к ремонту квартиры	1,0	Подсобник [2] Водитель [0,2]
3	Закупка материалов	3,4	Подсобник [0,5] Водитель [0,15] Снабженец [0,5]

Окончание табл. 11

Идентификатор	Название задачи	Длительность	Назначение
4	Ремонт полов	1,0	Плотник [2] Подсобник
5	Ремонт электросетей и сантехники	1,0	Электромонтер [2] Сантехник [2] Подсобник Плотник [2]
6	Ремонт стен и потолков	1,0	Штукатур-отделочник[2] Подсобник
7	Отделка помещений	1,0	Штукатур-отделочник Подсобник Маляр
8	Окончание проекта	0	

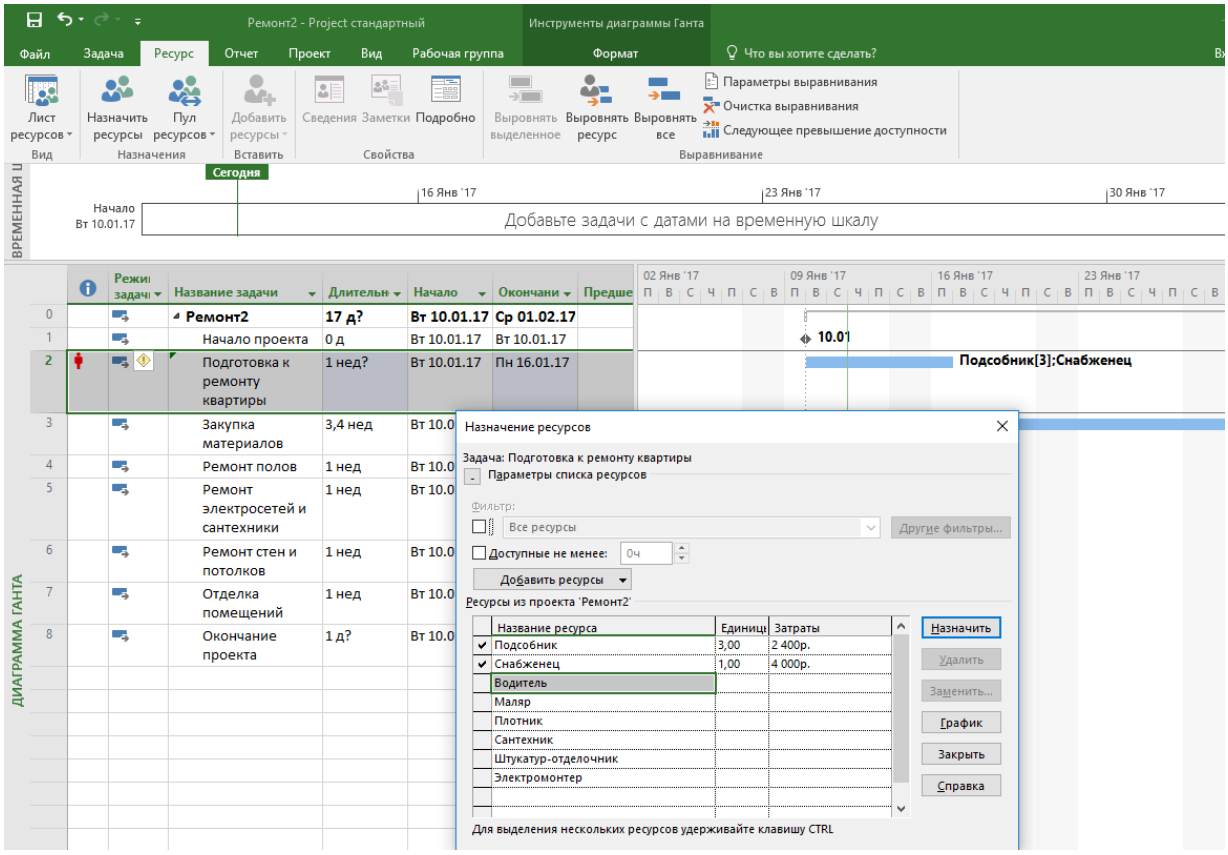


Рис. 55. Назначение ресурса задаче

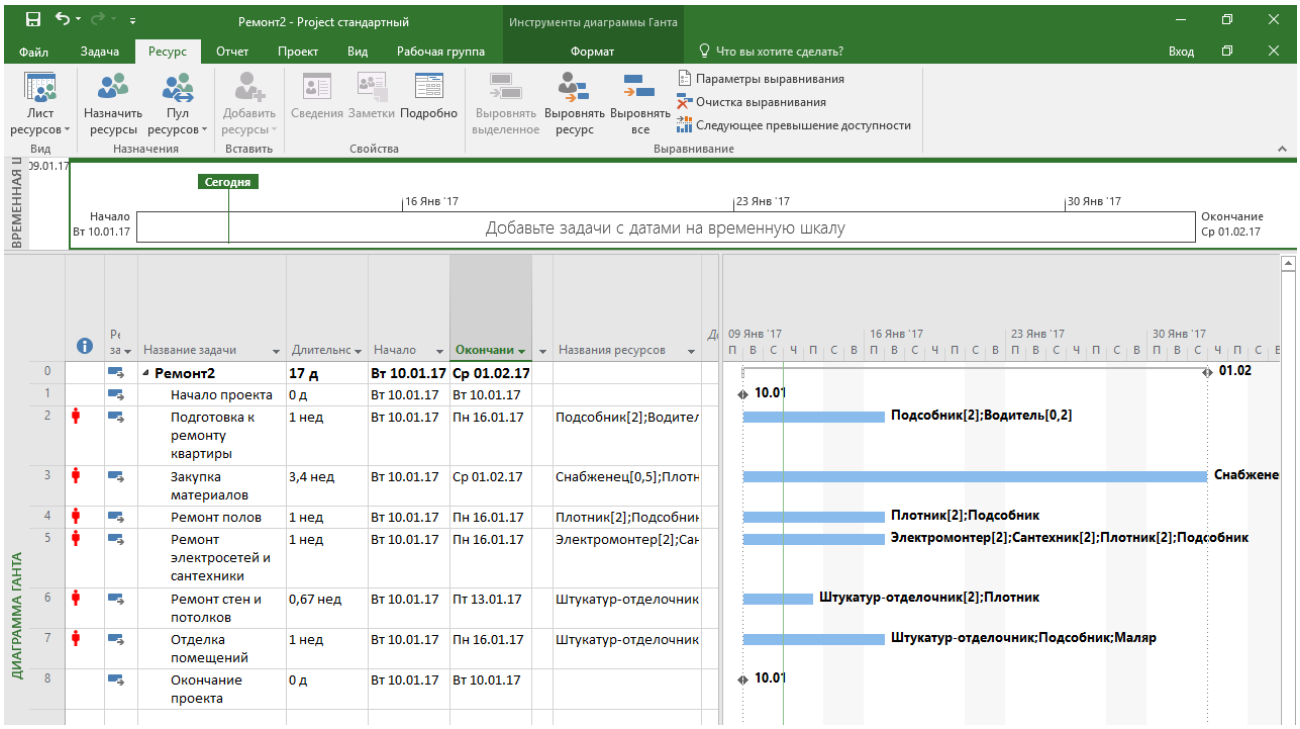


Рис. 56. Назначение ресурсов задачам

Формирование связей задач графика проекта

Для представления последовательности задач в программе используются связи задач. Для хранения этой информации предназначены поля *Предшественники* и *Последователи*.

Типы связей:

– *Окончание – Начало (ОН);*

– *Окончание – Окончание (ОО);*

– *Начало – Начало (НН);*

– *Начало – Окончание (НО).*

Примечание. Не забудьте о существовании режима *Автоматическое связывание вставленных и перемещенных задач* на вкладке *Расписание* меню *Файл, Параметры* (мы снимали этот режим в начале работы, проверьте).

При формировании последовательности работ чаще всего приходится выполнять следующие операции:

– определение списка предшественников для текущей задачи;

– введение временного разрыва между задачами;

– разрыв связи между задачами.

Документировать процесс можно с помощью поля *Заметки* соответствующей задачи.

Формирование списка предшественников

1. Открыть файл Ремонт.mpp.
2. Выделить любую ячейку строки 2.
3. Выделите любую ячейку в строке, соответствующей задаче со значением поля *Ид*, равным 2 (для нее будет формироваться список предшественников).
4. Дважды щелкните левой кнопкой мыши. Откроется окно *Сведения о задаче*.
5. Выберите вкладку *Предшественники*. При первом обращении окно примет вид, показанный на рис. 57.
6. Установите указатель мыши на любую ячейку столбца *Ид* и выделите ее, щелкнув левой кнопкой мыши.
7. Введите с клавиатуры идентификационный номер предшествующей задачи, равный 1, и завершите ввод. В соответствующей строке столбца Название задачи автоматически появится наименование предшествующей работы (*Начало проекта*), в столбце *Тип* появится значение *Окончание-Начало (ОН)*, а в столбце *Запаздывание* – значение *0д* (рис. 51).

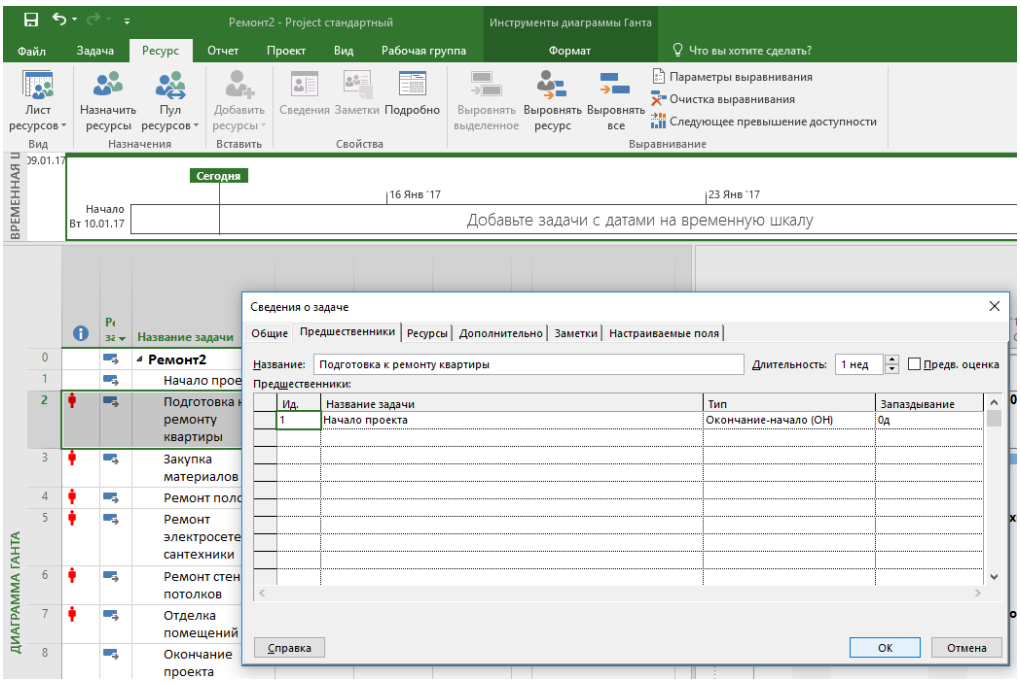


Рис. 57. Окно списка предшественников

8. При необходимости изменения установленного по умолчанию характера связи между работами наведите указатель мыши на нуж-

ную ячейку столбца *Тип* и выделите ее. Затем выберите в списке описание нужной формы связи.

9. Повторить действия для каждой из предшествующих задач.

10. Для завершения формирования списка предшественников выделенной работы нажмите кнопку *ОК*, а для отказа – кнопку *Отмена*.

Альтернативный способ управления взаимосвязью задач

1. Открыть *Файл*, на вкладке *Вид* нажать *Диаграмма Ганта*.
2. На вкладке ленты меню *Вид* в области *Комбинированный режим* выбрать флажок *Детали*.
3. Поместить курсор в нижнюю часть экрана и щелкнуть правой кнопкой мыши. В открывшемся меню выбрать *Предшественники и последователи* (рис. 58). Левая часть таблицы относится к ресурсам задачи, правая – к предшественникам текущей задачи.
4. Выделите вверху задачу 3.
5. Установите курсор мыши в правую часть нижней таблицы, щелкните по полю *Ид* и введите номер *Предшественника*.
6. Сформируйте связи между задачами по одному из возможных способов согласно табл. 12. Результат представлен на рис. 59.
7. Сохраните файл.

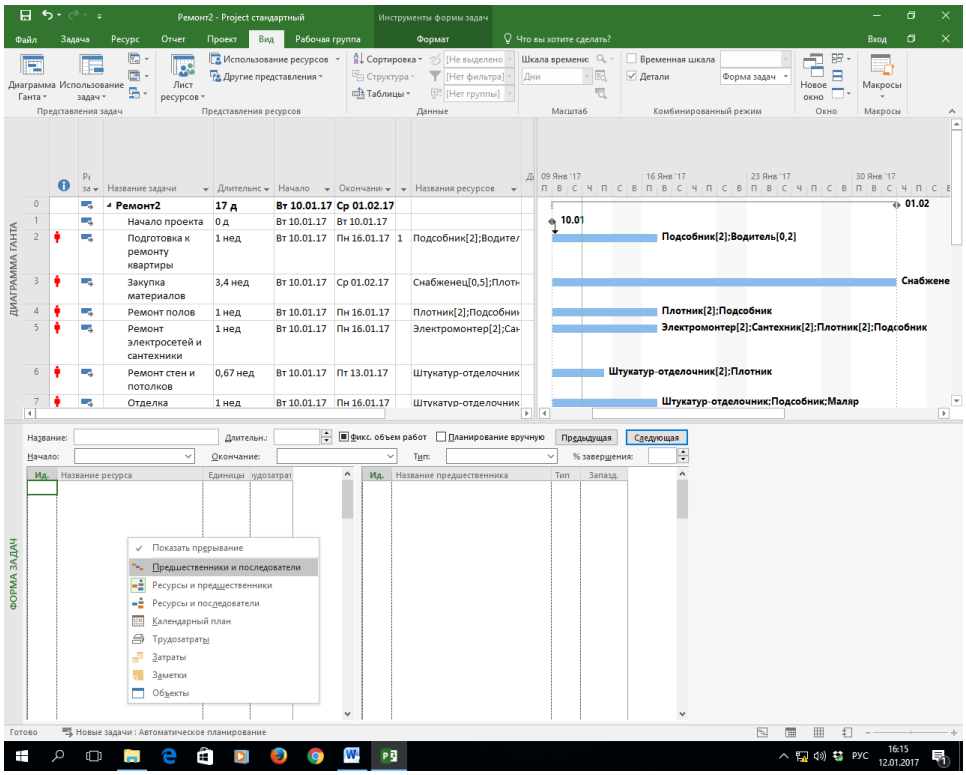


Рис. 58. Комбинированная экранная форма

Таблица 12

Взаимосвязь задач

Идентификатор	Название задачи	Предшественники	Последователи
1	Начало проекта		2
2	Подготовка к ремонту квартиры	1	4
3	Закупка материалов	1	8
4	Ремонт полов	2	5
5	Ремонт электросетей и сантехники	4	6
6	Ремонт стен и потолков	5	7
7	Отделка помещений.	6	8
8	Окончание проекта	7	

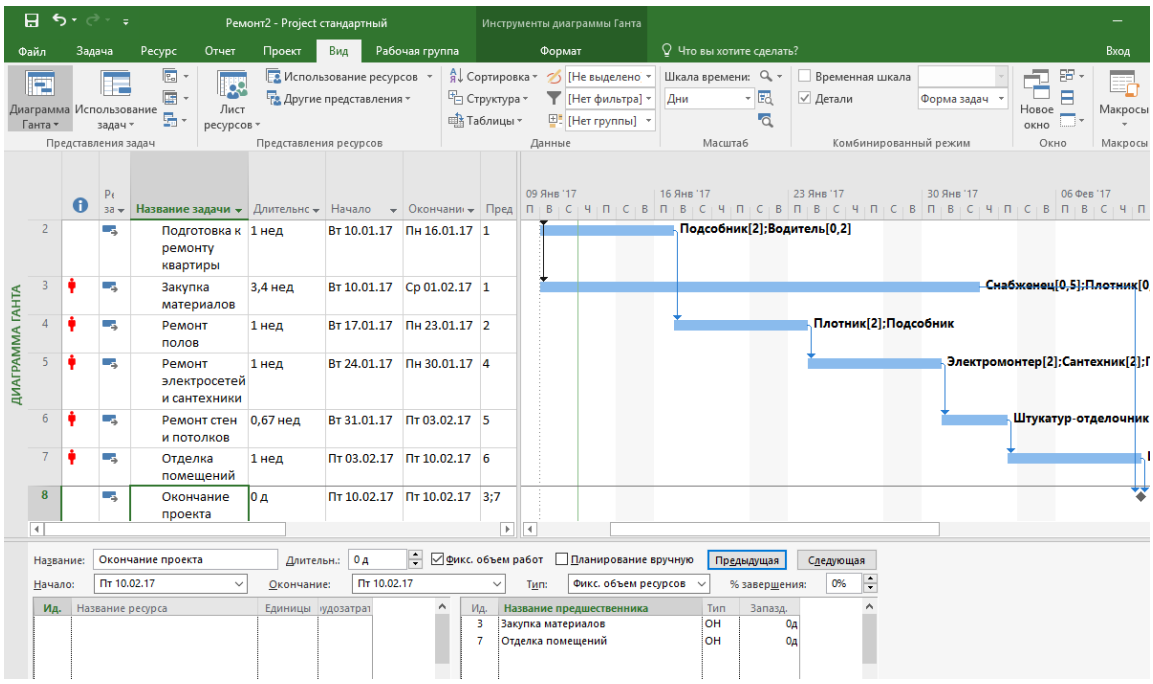


Рис. 59. Комбинированная экранная форма после ввода последней задачи

Введение временной задержки между взаимосвязанными задачами

1. Перейдите на *диаграмму Ганта*.
2. Выполните последовательность переходов: *Задача – Сведения о задаче – Предшественники*.

3. Выделите ячейку столбца *Запаздывание* и введите с клавиатуры величину задержки в выбранных единицах измерения времени согласно табл. 13. *Плюс* означает запаздывание, *Минус* – перекрытие работ во времени. Повторите действия для других задач.

Таблица 13

Временная задержка работ

Идентификатор	Название задачи	Предшественники	Временная задержка
1	Начало проекта		
2	Подготовка к ремонту квартиры	1	
3	Закупка материалов	1	
4	Ремонт полов	2	-2д
5	Ремонт электросетей и сантехники	4	-2д
6	Ремонт стен и потолков	5	-2д
7	Отделка помещений	6	
8	Окончание проекта	7	

Оценка стоимости проекта

Размерность единиц, в которых измеряются затраты, можно задать с помощью команды ленты меню *Файл, Параметры, Отображение*: валюта.

Действия по введению оценки затрат уже выполнены. Для оценки прочих прямых затрат на выполнение задач проекта, не связанных напрямую с использованием ресурсов, выполним назначение финансовых ресурсов. Порядок действий представлен ниже.

1. Перейдем на вкладку *Вид, Представление ресурсов, лист ресурсов*.

2. Выделим ячейку *Наименование* в первой свободной строке и введем наименование ресурса *Деньги*. В ячейке *Тип – Затраты* (рис. 60).

3. Убедимся, что в ячейке *Начисление* установлено значение *Пропорционально*.

4. На вкладке меню *Вид* в области представления задач щелкнем левой кнопкой мыши *Диаграмм Ганта* и выделим задачу 3 *Закупка материалов*.

5. Дважды щелкнем по выделенной задаче, чтобы открыть окно сведений о ней (рис. 61).

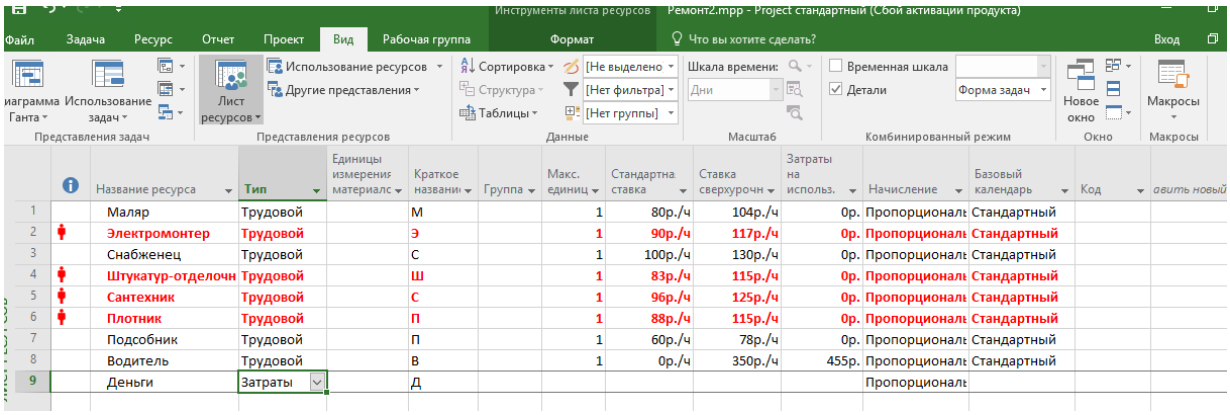


Рис. 60. Лист ресурсов

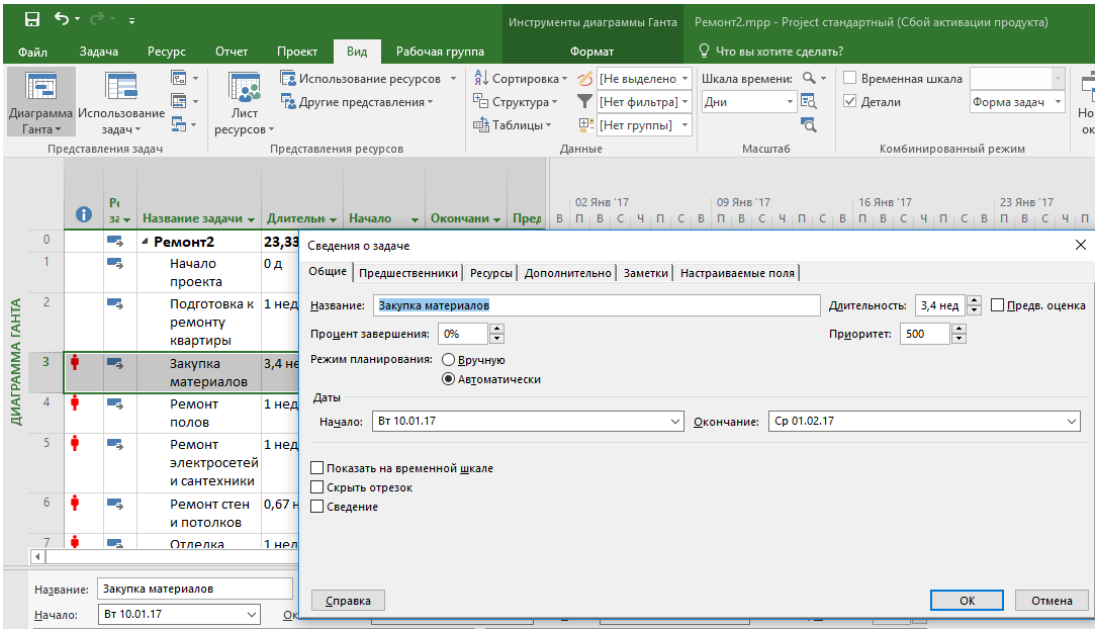


Рис. 61. Окно *Сведения о задаче*

6. Перейдем на вкладку *Ресурсы* и добавим ресурс *Деньги*. В ячейку *Затраты* введем значение 250000 (по смете) и нажмем *ОК* (рис. 62).

7. Сохраним файл.

Для любого ресурса можно использовать несколько таблиц значений тарифных ставок. Каждая таблица включает в себя комплект показателей, на основании которых определяется стоимость выполненных работ. Это необходимо использовать, когда ситуации динамично меняются.

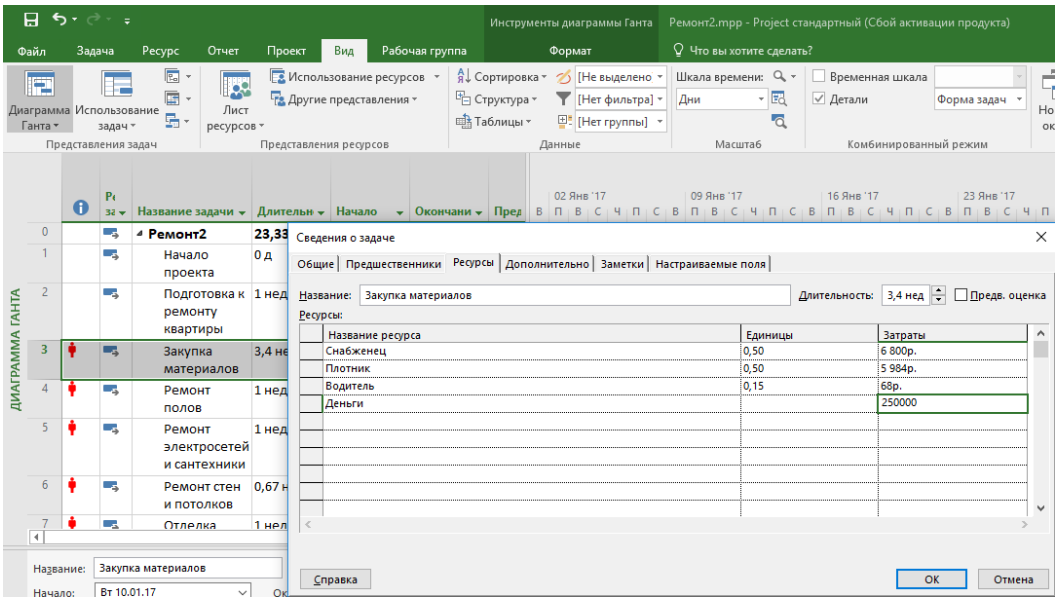


Рис. 62. Добавление ресурса *Деньги*

Формирование таблиц тарифных ставок

1. На вкладке *Вид, Представления ресурсов* откройте представление *Лист ресурсов.*

2. Установите указатель в строке, соответствующей нужному исполнителю (*Подсобник*). Щелкните дважды, в окне *Сведения о ресурсах*, на вкладке *Затраты* (рис. 63).

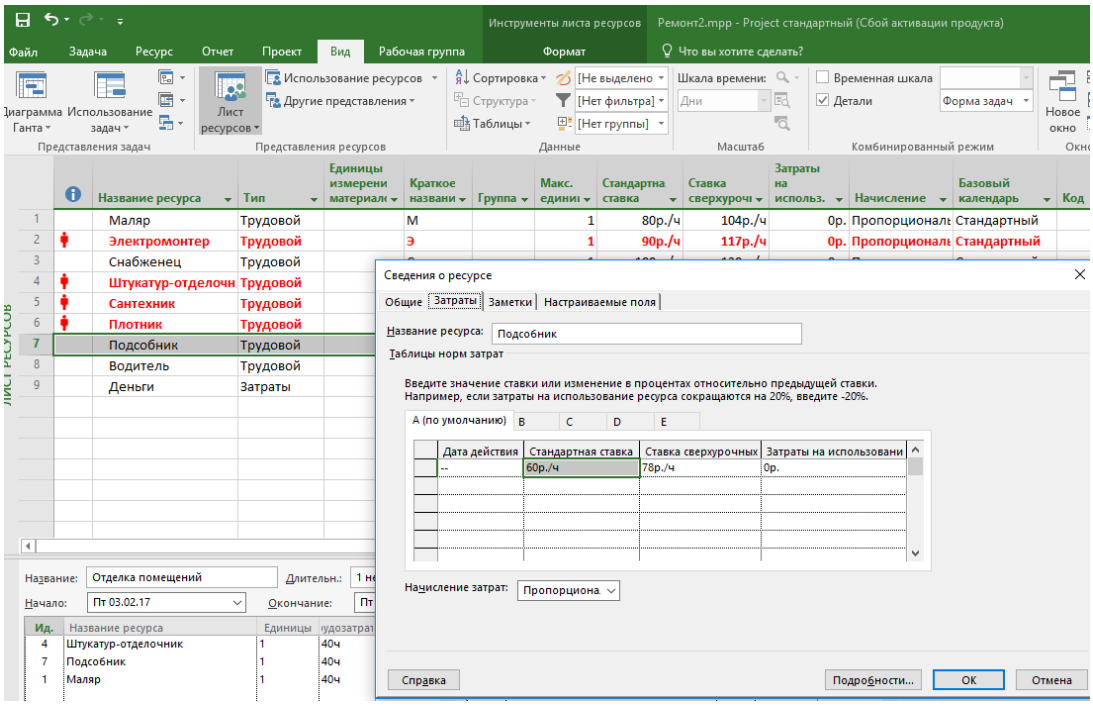


Рис. 63. Окно *Сведения о ресурсах*

3. В группе *Таблицы норм затрат* выберите таблицу тарифных ставок (по умолчанию *А*).

4. ля каждой их них (*В, С, Д, Е*) можно задать значения полей. Выберем вкладку *В*. Во второй (!) строке поля *Дата действия* и в остальные поля введем значения по рис. 64 (90, 125, 50).

5. При необходимости создайте другие таблицы тарифных ставок.

6. Сохраните проект.

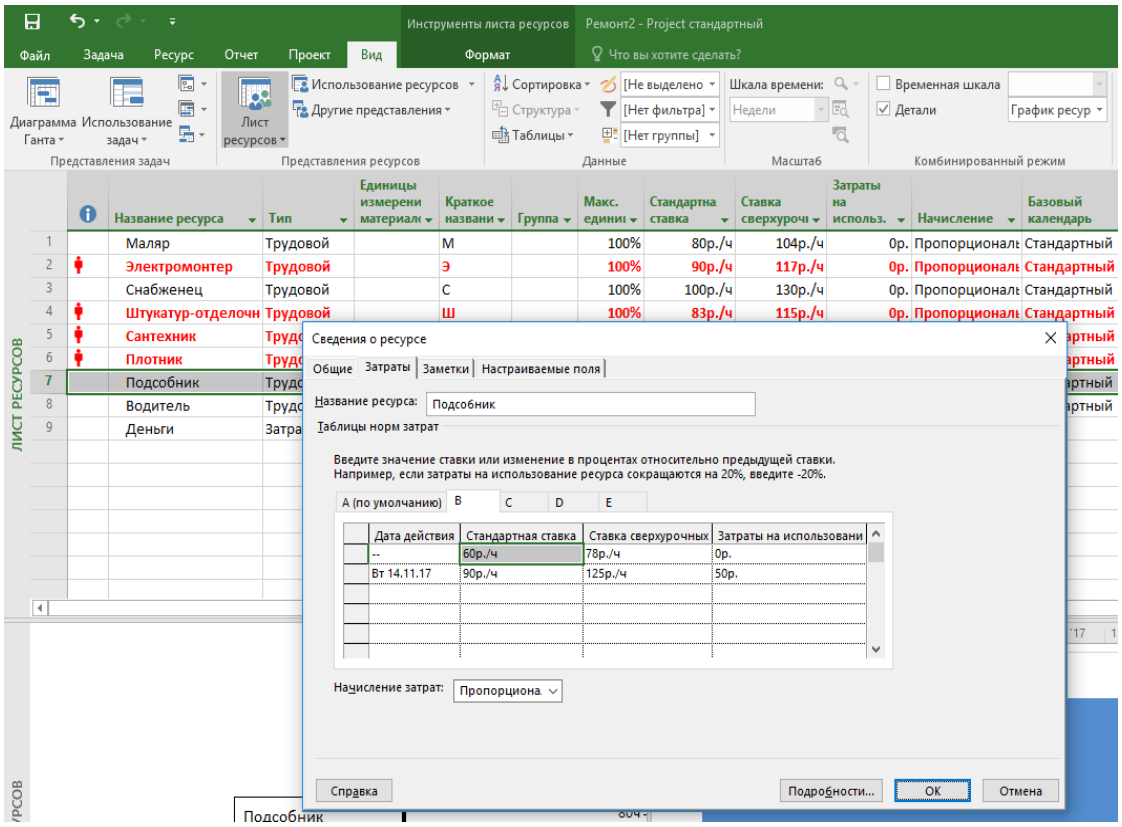


Рис. 64. Выбор таблицы *Норм затрат* и назначение новых тарифных ставок

Использование таблиц тарифных ставок

1. В области представления задач вкладки *Вид* щелкните *Использование задач.* На экране сформируется представление.

2. Вставьте в таблицу представления поле *Таблица норм затрат* для назначения к задаче 4 «Ремонт полов» и к ресурсу *Подсобник*. Для этого установите курсор на заголовок столбца, который следует поменять (*Базовые*). На экране появится список полей, показанный на рис. 65.

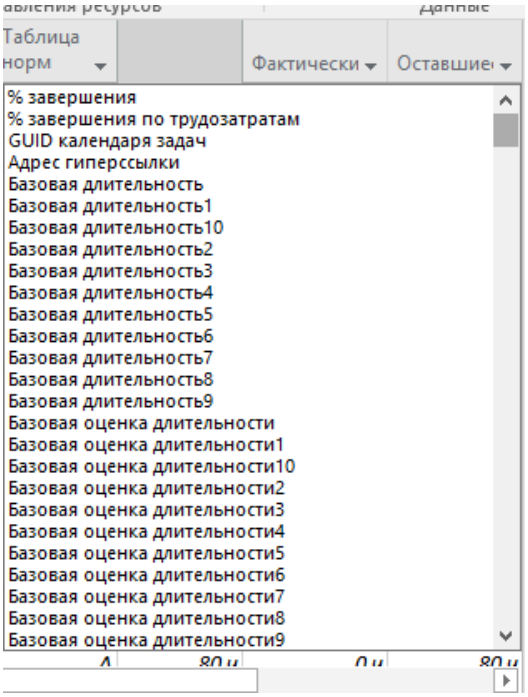


Рис. 65. Выбор таблицы *Норм затрат*

3. В раскрывающемся списке выберите имя *Таблица норм затрат* и щелкните *ОК* .
4. Введите в поле *Таблица норм затрат* код выбранной таблицы *(B)* для *Подсобника* в задаче 4 (рис. 66).
5. Закончите ввод.
6. Сохраните проект.

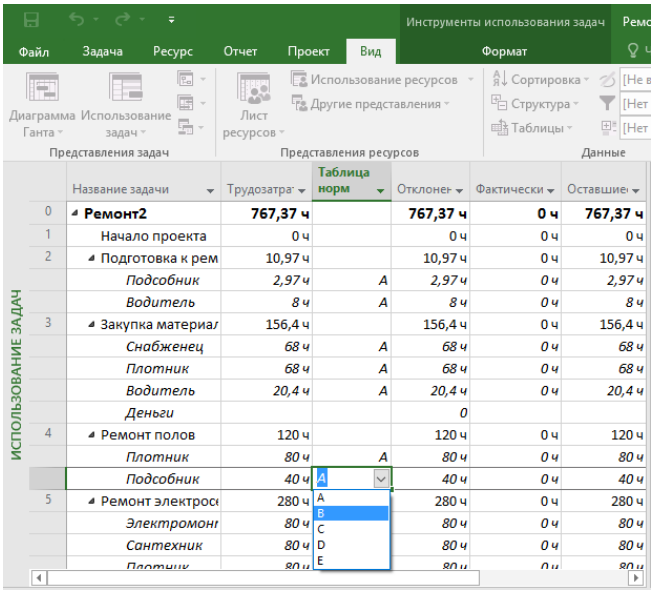


Рис. 66. Выбор кода *B* выбранной таблицы *Норм затрат*

Бюджет проекта и работа с ним

Под бюджетом понимаем установленный лимит затрат на проект, а также распределение этих затрат по календарным интервалам и по другим важным компонентам (например, иерархическая структура работ, организационная структура проекта и др.).

Просмотр данных о бюджете проекта в форме представления информации. Использование задач

1. Выполните команды *Вид, Представления задач, Использование задач*.
2. В меню Данные, Таблицы выберите Трудозатраты (рис. 67).

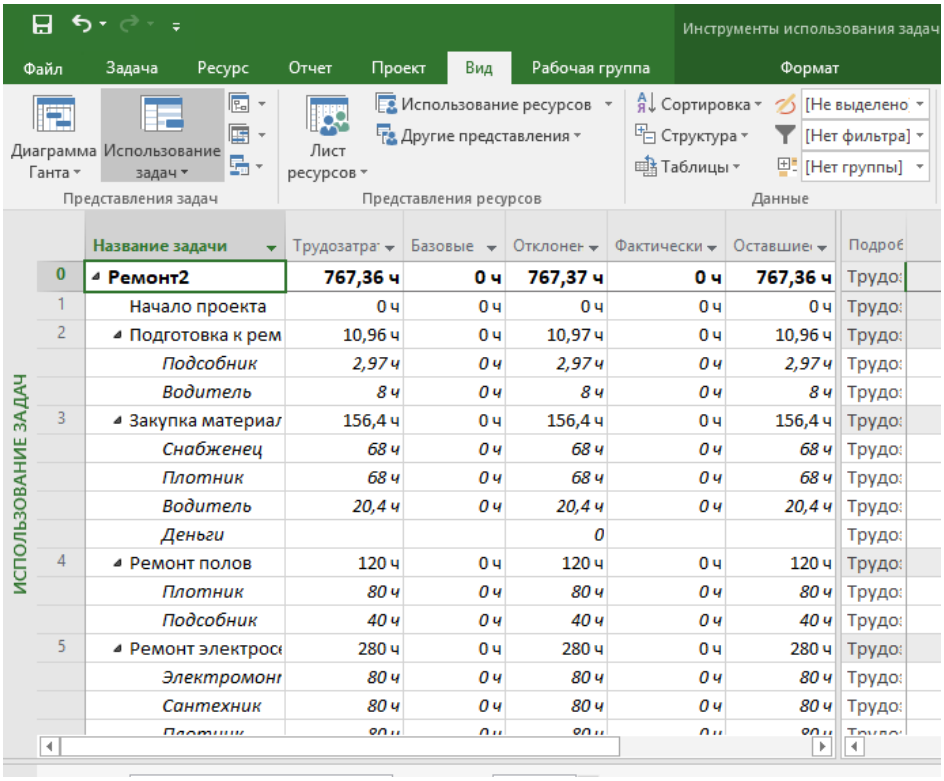


Рис. 67. Меню *Вид*, *Использование задач, Трудозатраты*

3. Перейдите на вкладку Инструменты использования задач и установите флажок Стоимость. Вы увидите для каждой задачи и каждого назначения данные о бюджете двух показателей одновременно (рис. 68).

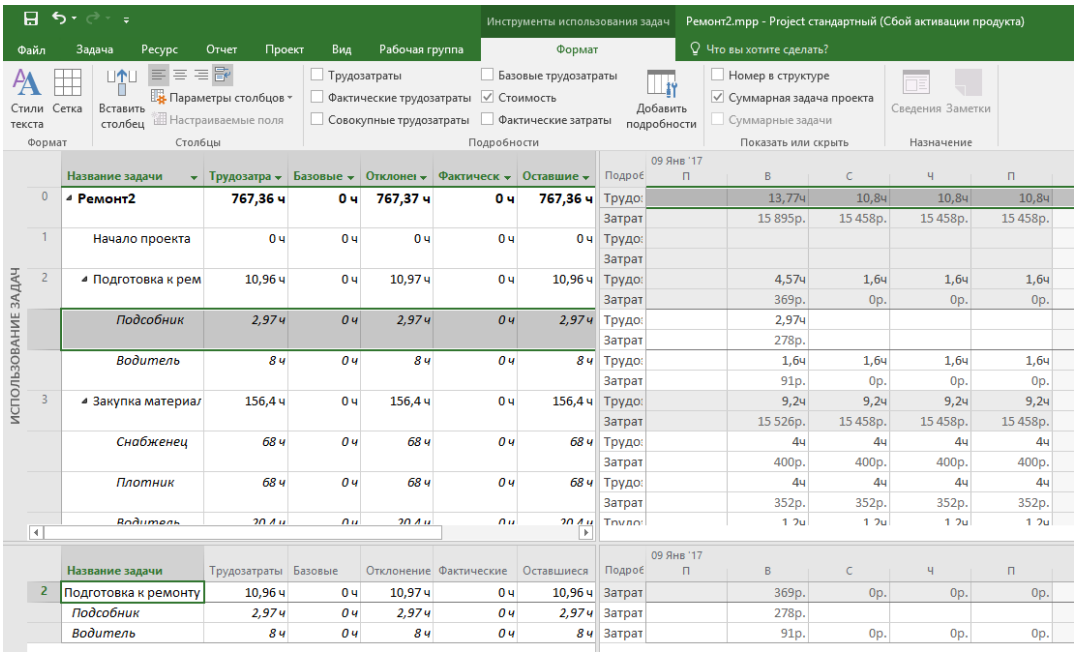


Рис. 68. Бюджет в двух показателях

Просмотр данных о бюджете проекта в представлении. График ресурсов

1. В области представления вкладки *Вид* щелкните по кнопке *График ресурсов.*

2. Двойным щелчком на временной шкале календарной диаграммы активизируйте окно *Шкала времени* и установите на этой шкале один уровень и единицы – недели рис. 69).

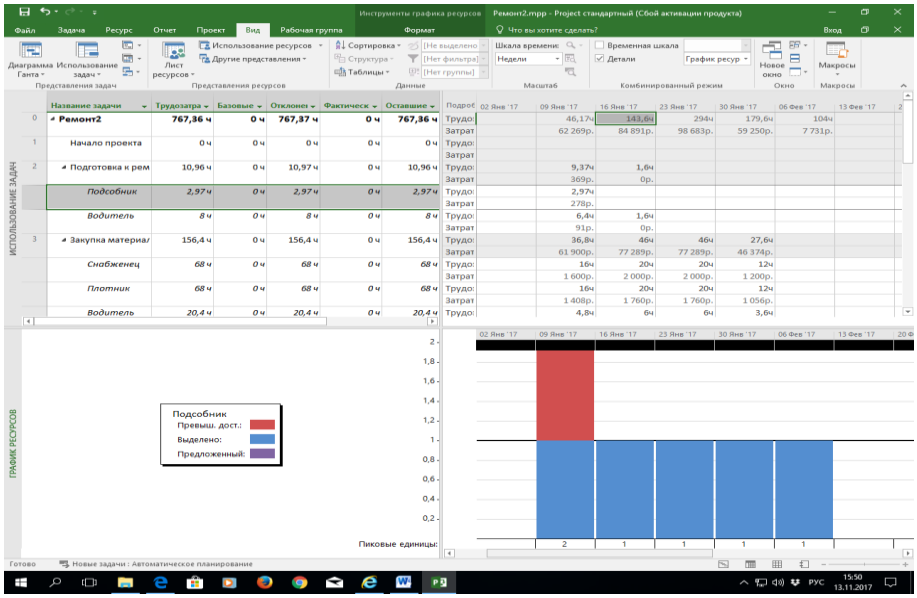


Рис. 69. Шкала времени

3. В меню *Инструменты графика* выберите в области *Данные* в списке *Диаграмма* показатель *Совокупные затраты* (рис. 70).

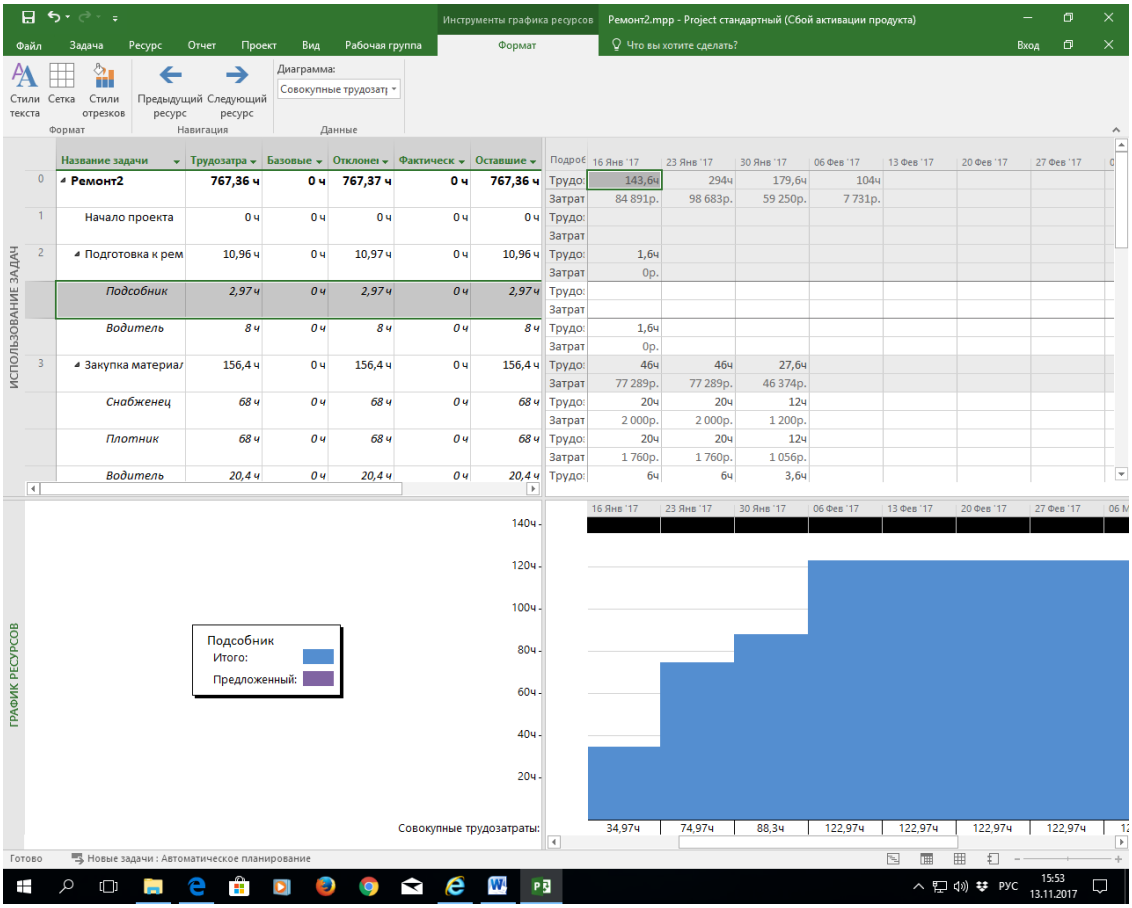


Рис. 70. Совокупные затраты

4. Установите указатель мыши на правую часть экрана (область диаграммы, но не заголовка шкалы времени) и сделай те двойной щелчок. Это активизирует окно *Стили отрезков*.

5. Примените (*Новые затраты показывать как отрезок, Общие затраты – линия*, рис. 71.) Нажмите *ОК*.

6. Вы увидите кривую нарастания затрат (рис. 72).

В мировой практике управления проектами такая форма представления бюджета проекта является общепринятой из-за простоты, наглядности и информативности.

Приведенный в учебном пособии пример позволяет кратко познакомиться с основными возможностями системы управления проектами MS Project. Для более подробного знакомства следует обратиться к дополнительной литературе.

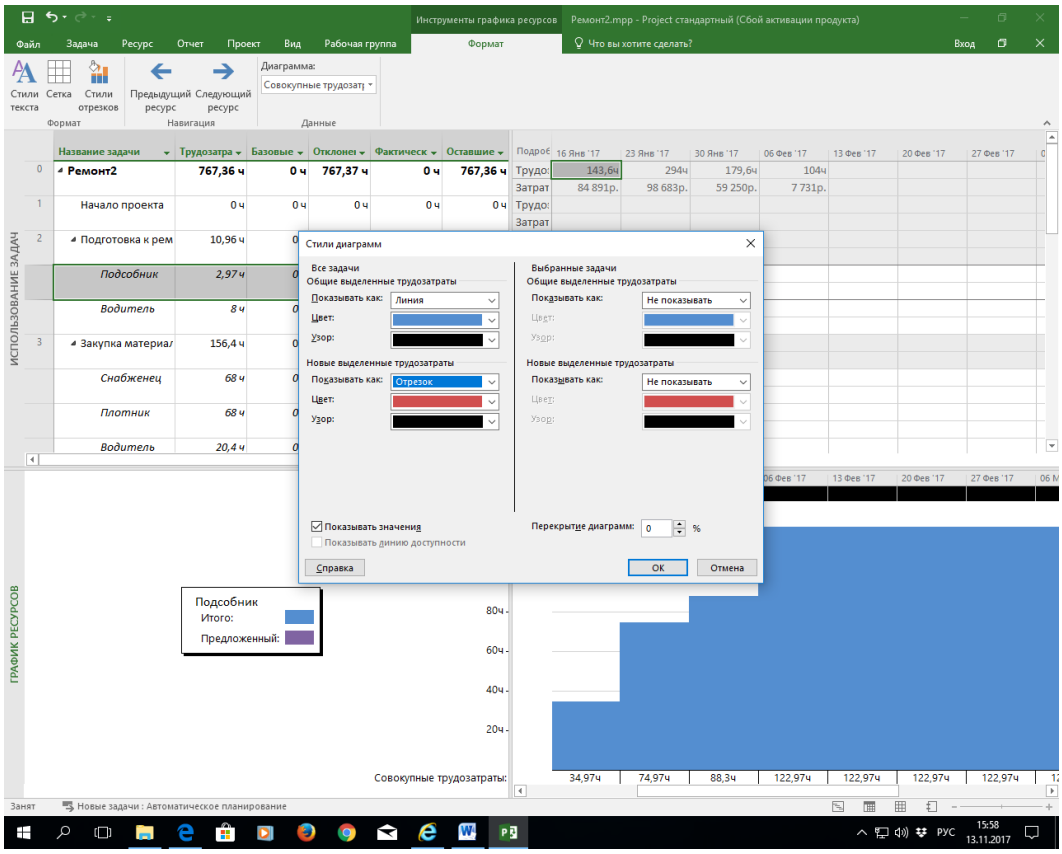


Рис. 71. Настройки для кривой графика

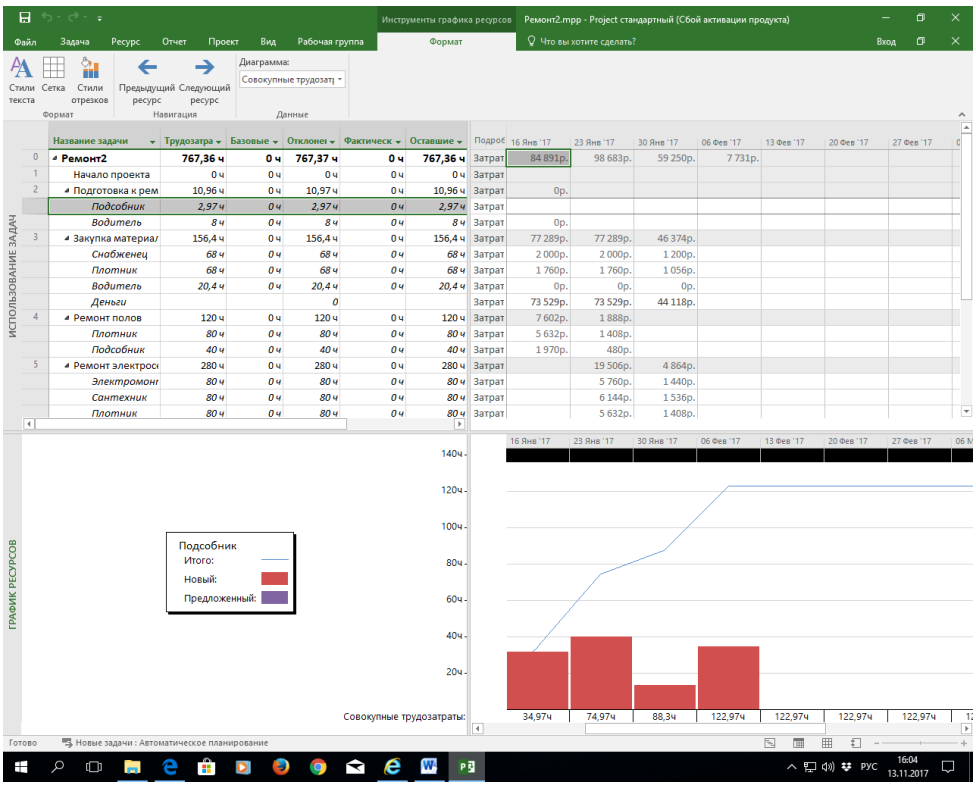


Рис. 72. Кривая нарастания затрат для *Подсобника*

Широкая распространенность и функциональность MS Project является причиной интегрирования этого программного продукта в корпоративные автоматизированные системы управления производством класса ERP. Например, многие системы управления производством класса ERP позволяют использовать для управления графики из MS Project.

Методология управления проектами в свою очередь является на данный момент неотъемлемой частью процессов управления в сфере менеджмента любой направленности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Управление проектами: учебник для бакалавров / А.И. Балашов, Е.М. Рогова, М.В. Тихонова, Е.А. Ткаченко; под ред. Е.М. Роговой. М.: Юрайт, 2013. 383 с. [Электронный ресурс]. URL: https:// nashol.com /2016111991810/upravlenie-proektami-balashov-a-i-rogova-e-m-tihonova-m-v-tkachenko-e-a-2016.html (дата обращения 05.10.2018).
2. Куперштейн В.И. Microsoft Project 2010 в управлении проектами / Под ред. А.В. Цветкова. СПб.: БХВ-Петербург. 2011. 416 с.
3. Информационные системы в экономике: метод. указания / Сост. О.А. Карасева, Е.В. Кох. Екатеринбург, УГЛТУ, 2008. 25 с.
4. Дубров А.М., Лагоша Б.А., Хрусталев Е.Ю. Моделирование рисковых ситуаций в экономике и бизнесе: учебное пособие. М.: Финансы и статистика, 2000. 173 с.
5. Мазур И.И., Шапиро В.Д. Управление проектами: учеб. пособие. М.: Омега Л, 2010. 960 с. [Электронный ресурс]. URL: https:// nashol.com/ 2012062465739/upravlenie-proektami-mazur-i-i-shapiro-v-d-2010.html (дата обращения 05.10.2018).
6. Вратенков С. Планирование работ проекта. [Электронный ресурс]. URL: http://projectbureau.ru/ book/bp_work/3. (дата обращения 05.10.2018).
7. Информационная технология управления проектами. [Электронный ресурс]. URL: http://eos.ibi.spb.ru/umk/11_18/5/5_R0_T7.html (дата обращения 05.10.2018).
8. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных странах. М.: Логос, 2000. 295 с.
9. Карасева О.А. Принятие решений в экономике: учебное пособие. Екатеринбург: УГЛТУ, 2008. 172 с.
10. Бешелев, С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. М.: Статистика, 1980. 260 с.

Учебное издание

***Карасева** Ольга Алексеевна*

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ

ISBN 978-5-94984-696-4

9 785949 846964

Редактор Н.В. Рощина
Оператор компьютерной верстки О.А. Казанцева

Подписано в печать 06.05.2019
Формат 60x84 1/16
Уч.-изд. л. 3,71 Усл. печ. л. 5,81
Тираж 300 экз. (Первый завод 35 экз.)
Заказ № 6629

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37
Тел.: 8(343)262-96-10. Редакционно-издательский отдел

Типография ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР УПИ»
620062, РФ, Свердловская область, Екатеринбург, ул. Гагарина, 35а, оф. 2
Тел.: 8(343)362-91-16