

РАЗДЕЛ II. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 330.332:330.4
ББК 65.263+65в631

МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ СЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ*

А.Ф. Шориков, докт. физ.-мат. наук, профессор

Электронный адрес: afshorikov@mail.ru

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19

Е.В. Буценко, канд. экон. наук, доцент

Электронный адрес: evl@usue.ru

Уральский государственный экономический университет, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 62

В современных условиях развития деловой среды инвестиционное проектирование является неотъемлемым компонентом процесса развития любого хозяйствующего субъекта. Обоснование его привлекательности необходимо менеджерам, аналитикам, инвесторам для принятия адекватных управленческих решений. Обсуждаются актуальные вопросы управления процессом инвестиционного проектирования для хозяйствующего субъекта. Для решения задачи оптимизации управления инвестиционным проектированием на предприятии предлагается использовать сетевое экономико-математическое моделирование. Методы сетевого планирования и управления давно известны и используются для сложных систем. Новизной и научной гипотезой данной статьи является новое применение известных методов сетевого планирования и управления для детерминированного экономико-математического моделирования процессов инвестиционного проектирования. Предлагаемая методика основывается на формировании сетевой экономико-математической модели, включающей всю последовательность комплекса работ инвестиционного проектирования. Сформированная сетевая модель служит основой для построения календарного графика реализации комплекса работ и расчета параметров оптимизации сетевой модели процесса инвестиционного проектирования. Методика иллюстрируется на содержательном практическом примере, который наглядно показывает необходимость расчета не только временных, но и стоимостных показателей инвестиционного проекта. В качестве области применения выбрана сфера общественного питания, т.к. большое количество инвестиций малого бизнеса связано именно с ней. Подробно рассмотрен весь процесс создания предприятия ресторанного бизнеса, от идеи до открытия. Таким образом, полученные результаты и выводы позволяют утверждать, что предлагаемое использование сетевого моделирования в качестве инструментария для решения задач управления процессом инвестиционного проектирования в деятельности хозяйствующего субъекта способствует повышению его эффективности и ведет к росту конкурентоспособности предприятия.

Ключевые слова: оптимизация, управление, инвестиционное проектирование, сетевая модель, экономико-математическое моделирование, ресторанный бизнес.

В процессе инвестиционного проектирования для принятия инвесторами положительного решения необходимо иметь инструментарий для обоснования привлекательности инвестиционных проектов. Для оптимизации процесса принятия решений при инвестиционном проектировании авторами предлагается использовать модели и методы сетевого моделирования [1; 4; 7; 11; 14–15].

Предлагается методика оптимизации сетевого проектирования на основе сетевого моделирования, которая иллюстрируется на содержательном практическом примере. Данная методика основывается на формировании полной комплексной сетевой модели инвестиционного проектирования, которая служит основой для построения календарного графика реализации комплекса работ и расчета параметров оптимизации сетевой модели процесса инвестиционного проектирования [1; 11–12].

Для оптимизации, т.е. достижения наилучшего значения целевой функции, оценивающей качество реализации всего комплекса работ, входящих в процесс реализации инвестиционного проектирования, необходимо, кроме оценки сроков выполнения работ, ввести также показатель их сто-

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 15-18-10014).

стоимости [5; 7; 14]. При этом в процессе реализации инвестиционного проекта может потребоваться ускорение его выполнения, что, естественно, отразится на его стоимости: она увеличится. Поэтому необходимо определить оптимальное соотношение между стоимостью реализации проекта в целом и периодом времени, необходимым для его выполнения.

Предлагается методика расчета календарного графика для реализации процесса инвестиционного проектирования хозяйствующего субъекта, позволяющая оптимизировать стоимость выполнения необходимых работ.

Предполагается, что для конкретного инвестиционного проекта на основе результатов работ [1; 11–12] разработана соответствующая сетевая модель, содержащая все необходимые для его реализации работы с имеющимися для них показателями их продолжительности и стоимости. Под стоимостью конкретной работы будем понимать прямые затраты, необходимые для ее выполнения, которые зависят от ее длительности и условий выполнения (сложности, технологии выполнения и др.). Эту зависимость, или так называемую функцию «время-стоимость», можно определить путем калькулирования расходов или сбором и обработкой статистических данных, характеризующих различные варианты ее выполнения.

Проведем оптимизацию сетевой модели инвестиционного проектирования методом «время-стоимость». При использовании метода «время-стоимость» предполагаем, что уменьшение длительности периода времени для выполнения работы, т.е. ее продолжительности, пропорционально возрастанию ее стоимости. Каждая (i, j) -я работа характеризуется продолжительностью t_{ij} , которая может находиться в пределах

$$a_{ij} \leq t_{ij} \leq b_{ij}, \quad (1)$$

где a_{ij} – минимально возможная продолжительность (i, j) -й работы, которую только можно осуществить в условиях реализации проекта; b_{ij} – нормальная продолжительность выполнения (i, j) -й работы.

При этом стоимость работы c_{ij} заключена в границах от $c_{min\ ij}$ (при нормальной продолжительности работы) до $c_{max\ ij}$ (при минимальной продолжительности работы).

Затраты, необходимые на ускорение (i, j) -й работы (по сравнению с нормальной ее продолжительностью), отнесенные на единицу времени, рассчитываются по формуле

$$h_{ij} = \frac{c_{max\ ij} - c_{min\ ij}}{b_{ij} - a_{ij}}, \quad (2)$$

где h_{ij} – коэффициент затрат на ускорение (i, j) -й работы.

Вариант частной оптимизации сетевой модели относительно ее стоимости предполагает использование резервов времени для некоторых работ, входящих в сетевую модель. Продолжительность каждой работы, имеющей резерв времени, увеличивают до тех пор, пока он не будет исчерпан

или пока не будет достигнуто верхнее значение продолжительности b_{ij} . Стоимость выполнения проекта до оптимизации определяется формулой

$$C = \sum_{ij} c_{ij}. \quad (3)$$

Стоимость выполнения проекта после оптимизации уменьшится на величину

$$\Delta C = \sum_{ij} \Delta c_{ij} = \sum_{ij} (b_{ij} - t_{ij}) \cdot h_{ij}. \quad (4)$$

Следовательно, для проведения частной оптимизации сетевой модели инвестиционного проектирования, кроме продолжительности работ t_{ij} , необходимо знать их граничные значения a_{ij} и b_{ij} , а также показатели затрат на ускорение работ h_{ij} , вычисляемые по формуле (2). Продолжительность каждой работы t_{ij} целесообразно увеличить в таком размере, чтобы не изменить ранние (ожидаемые) сроки наступления всех событий сети, т.е. не более, чем на величину свободного резерва времени $R_{C\ ij}$.

Методика оптимизации сетевой модели инвестиционного проектирования относительно стоимости реализации проекта в целом, т.е. суммарной стоимости входящих в него работ, рассмотрим на следующем примере. В качестве области применения выбрана сфера общественного питания, т.к. большое количество инвестиций малого бизнеса связано именно с ней.

При выборе проекта в области ресторанного бизнеса предприниматель-ресторатор оценивает его по разным параметрам – категория клиентов, количество клиентов, размер среднего чека в заведении, тип интерьера, и, наконец, каким образом спланировать финансирование для реализации проекта, рассчитать сроки его окупаемости и спрогнозировать получение прибыли.

Эти вопросы относятся к этапу технико-экономического обоснования и бизнес-плана проектов. Хотя в полную концепцию при инвестиционном проектировании предприятий ресторанного бизнеса обычно также включается и расчет необходимых затрат.

При проведении расчетов в рамках инвестиционного проекта на создание предприятия общепита необходимо принимать во внимание следующие виды затрат [6]:

- затраты на подбор помещения могут оказаться длительной процедурой в крупных городах. Если подбор помещения происходит с помощью агентства недвижимости, то его услуги обходятся примерно в стоимость 0,5–1 месяца арендной платы;

- ремонт помещения и необходимые согласования. Это необходимо сделать до того, как предприятие начнет свою работу. Возникает необходимость платить арендную плату еще до того, как началась деятельность. Лучше в планируемые затраты по открытию предприятия закладывать не менее 3 месяцев аренды. В целом среднее время на открытие, например, ресторана в Екатеринбурге составляет около 6 месяцев. Таким образом, затраты на арендную плату до открытия предприятия могут быть весьма значительны;

– регистрация предприятия. Наиболее распространенными в общественном питании являются две формы предприятий – общество с ограниченной ответственностью (ООО) и индивидуальное предпринимательство (ИП). Затраты на их открытие не очень большие, и основное внимание здесь нужно уделять своевременности этой регистрации. Об этом часто забывают и вспоминают только в последний момент. Без регистрации предприятия невозможно получить какие-либо разрешительные документы;

– согласование перепланировки. Практически не бывает помещений, по своей конфигурации полностью пригодных с самого начала для организации, например, ресторана. Следовательно, всегда возникает вопрос с перепланировками. Стоимость услуг по согласованию перепланировки помещения зависит от площади помещения и сложности перепланировки. Услуги по согласованию перепланировки включают изготовление необходимой для этого проектной документации и официальные платежи в согласующие инстанции;

– проекты. При открытии предприятия общепита могут понадобиться различные проекты – архитектурный проект (если здание строится заново или реконструируется), дизайн-проект, технологический проект, проект вентиляции, проекты различных коммуникаций. Точную стоимость изготовления каждого проекта назвать затруднительно, т.к. они могут существенно отличаться у разных исполнителей и зависят от конкретных обстоятельств организации предприятия;

– получение лицензий, связанных с организацией общественного питания, в том числе на розничную торговлю алкоголем;

– отделка помещения. Как правило, это очень существенные затраты, которые могут сильно отличаться в зависимости от концепции заведения;

– закупка оборудования. Здесь нет смысла считать среднюю стоимость, т.к., например, один и тот же ресторан, можно укомплектовать и на \$20 тыс., и на \$200 тыс. в зависимости от производителя оборудования (российское, итальянское, немецкое и др.) и его функций;

– закупка мебели. Разброс цен очень широк, поэтому многие заведения предпочитают делать мебель на заказ;

– посуда, столовые приборы и т.п. Реальная стоимость доли посуды в общем объеме затрат на организацию предприятия общепита может оказаться значительной, если приобретать продукцию известных производителей, поставляющих качественные изделия;

– компьютерные системы учета заказов. В настоящее время на рынке присутствует 6–7 различных программных комплексов, предлагаемых разными производителями. Это как российские разработки, так и адаптированные к российским условиям зарубежные разработки, стоимость которых может варьироваться от нескольких сот долларов до нескольких десятков тысяч;

– зарплата персонала до открытия. Часть персонала получает зарплату до открытия заведения, которая обычно на подготовительный период меньше, чем после начала работы предприятия;

– униформа персонала. Зависит от ее стиля и количества человек на предприятии;

– затраты на продвижение предприятия (первичные рекламно-маркетинговые мероприятия). Здесь в первую очередь необходимо дифференцировать предприятия по их зависимости от места расположения и профиля деятельности. Если, например, ресторан сильно зависит от места расположения, то для его привлекательности желательно использовать средства наружной рекламы, информируя о нем публику, находящуюся в его окрестностях. Например, можно сделать на его фасаде (если он позволяет это) большую вывеску, а средства наружной рекламы разместить ближе к ресторану. Это влечет немалые затраты. Рестораны, работающие в верхних ценовых категориях, могут выбрать иные способы информирования о себе и, например, сделать торжественное открытие. Это тоже немалые затраты, и разброс цен очень высок.

В итоге если рассчитать средние затраты на организацию, например, ресторана для крупных городов страны, то они составят порядка \$1000–1500 на один квадратный метр его помещения. В ряде случаев при организации предприятия общепита можно обойтись и меньшими затратами, например, если предприятие не имеет собственной кухни, а работает на привозных полуфабрикатах. Кроме того, отделка, необходимая для организации столовой, значительно менее затратна, чем для ресторана, так же как и соответствующие затраты на зарплату персонала и арендную плату.

Таким образом, определение статей затрат и их стоимостное выражение является одним из ключевых факторов процесса сетевого моделирования инвестиционного проектирования в рассматриваемой отрасли.

Одним из видов предприятий общепита являются кофейни. Попробуем разобраться, является ли этот бизнес высокорентабельным. Наценки на кофейный ассортимент составляют в среднем 30%, операционная рентабельность – 15%, доходность инвестиций – 30%, срок окупаемости инвестиций в реальности, а не по прогнозам бизнес-планов – 5–7 лет [2–3].

В крупных городах с каждым годом число кофеен заметно растет. Главное отличие кофеен от кафе состоит в большом ассортименте кофе, чая и десертов. Большая часть клиентов находится в возрасте от 18 до 42 лет. Люди приходят пообщаться в тихой, спокойной обстановке, поэтому такое заведение должно быть максимально уютным (спокойная музыка, приглушенное освещение).

Успешность и рентабельность кофейни зависят от того, где она находится и кто в ней работает. При выборе помещения главным принципом является высокопроходимое место. Хорошо, если рядом будут офисные здания или высшие учебные заведения. Если кофейни открываются в торговых-развлекательных комплексах, затраты на открытие

уменьшаются в 2–3 раза (в том числе из-за того, что нет необходимости делать капитальный ремонт).

Одной из проблем кофейного бизнеса являются кадры. Представители бизнеса считают, что от того, как встретит и обслужит клиента официант, зависит, придет он в следующий раз или направится в другое место. Главное качество персонала – это приветливость и радушие.

Будем рассматривать конкретный инвестиционный проект по открытию кофейни «Traveler's coffee», расположенной в центре г. Екатеринбурга по адресу: ул. 8 Марта, 8д, в ТЦ «Мытный двор» (владельцем этого предприятия является А.В. Гресько). Данное предприятие общепита является типичным примером федеральной сети кофеен, которое открыто по франшизе с необходимыми требованиями выполнения определенных условий.

В аренду было выбрано помещение площадью 200 кв. м, которое не подготовлено к формату кофейни и требует капитального ремонта. Планируемое количество персонала – 30 человек. Чтобы нормально функционировать, кофейня должна обслуживать в день порядка 250 человек. При средней сумме счета в 350–400 руб. выручка составляет 2 600 000 руб. в месяц, 32 млн руб. в год.

Для открытия кофейни собственник затратил 4–5 месяцев и 10 млн руб. Аренда составляет 350 000 руб. в месяц.

Рассмотрим гипотетическую возможность оптимизации реализации данного инвестиционно-

го проекта на основе предлагаемой методики сетевого моделирования для показателя качества «время-стоимость».

В качестве отдельных работ не будем выделять работы, являющиеся обязательными и для других сфер деятельности, например такие, как регистрация предприятия (которую можно получить за 1 день), постановка на учет кассового аппарата и его обслуживание и т.п. Кроме того, некоторые виды работ выполняются по франшизе головным предприятием. Например, разработка меню и калькулирование цен блюд и напитков выполняются технологом головного предприятия, поэтому стоимость работы не выделена в данном примере, как и некоторые другие (см. табл.1).

При формировании сетевой модели для рассматриваемого инвестиционного проекта по открытию кофейни выделено 11 событий (0–10) и 20 работ, кодирование которых появляется по мере составления графика – (0, 1), (0, 3), (1, 2), (1, 3), (1, 4), (2, 7), (3, 4), (3, 5), (3, 6), (4, 6), (4, 7), (5, 6), (5, 8), (6, 7), (6, 8), (6, 9), (7, 9), (8, 9), (8, 10), (9, 10) – и данные о них представлены в табл. 1. Последний столбец содержит значение стоимости работ, находящееся в границах их минимального и максимального значений (эти значения, а также затраты на ускорение работ будут представлены позднее в табл. 3).

Таблица 1

Работы инвестиционного проекта и показатели их реализации

Код работы	Работа	Содержание работы	Время выполнения работы, дней	Стоимость выполнения работы, руб.
A ₁	(0, 1)	Определение цели вложения средств (сфера деятельности, цель создания предприятия, формат и др.) и покупка франшизы	14	1 500 000
A ₂	(0, 3)	Выбор местоположения кофейни	30	1 000
A ₃	(1, 2)	Оплата аренды помещения	4	1 050 000
A ₄	(1, 3)	Строительный проект	30	192 000
A ₅	(1, 4)	Дизайн-проект помещения и фасада	30	250 000
A ₆	(2, 7)	Технологический проект	30	200 000
A ₇	(3, 4)	Проект вентиляции	30	240 000
A ₈	(3, 5)	Проект электрической сети (в т.ч. освещение)	30	250 000
A ₉	(3, 6)	Проект канализации/водоснабжения	30	230 000
A ₁₀	(4, 6)	Проект слаботочной сети (разводка камер видеонаблюдения, сеть для аудиоаппаратуры, локальной компьютерной сети)	30	200 000
A ₁₁	(4, 7)	Пожарный проект	30	205 000
A ₁₂	(5, 6)	Отделка помещения	21	270 000
A ₁₃	(5, 8)	Покупка технологического оборудования	30	3 500 000
A ₁₄	(6, 7)	Изготовление мебели на заказ по индивидуальным эскизам	21	210 000
A ₁₅	(6, 8)	Посуда, столовые приборы	7	150 000
A ₁₆	(6, 9)	Покупка и установка программного обеспечения для автоматизации обслуживания заказов	7	110 000
A ₁₇	(7, 9)	Зарплата персонала до открытия предприятия	14	280 000
A ₁₈	(8, 9)	Покупка хозяйственного инвентаря, униформы, аудиосистемы и т.п.	7	102 000
A ₁₉	(8, 10)	Договоры с поставщиками сырья и полуфабрикатов, покупка сырья и полуфабрикатов	14	800 000
A ₂₀	(9, 10)	Затраты на продвижение (рекламно-маркетинговые мероприятия)	7	50 000

На основе этих данных необходимо упорядочить события и работы, сформировать сетевую модель и провести ее анализ на предмет адекватности проекту, определить временные и стоимостные параметры модели, найти критический путь и оптимизировать сетевую модель методом «время-

стоимость», сформировать соответствующий календарный график реализации проекта в целом.

На основании исходных и полученных данных построим сетевую модель для рассматриваемого процесса инвестиционного проектирования (рис. 1).

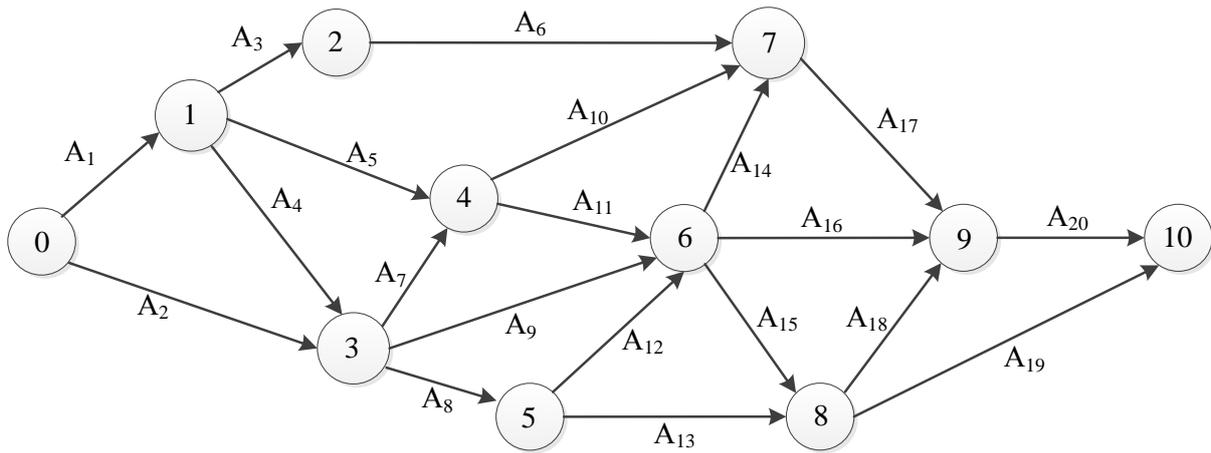


Рис.1. Сетевая модель для инвестиционного проекта по открытию кофейни

Для анализа сетевой модели необходимо оценить ее сложность [7], которая определяется значением коэффициента сложности по формуле

$$K_{сл} = \frac{n_{раб}}{n_{собр}}, \quad (5)$$

где $K_{сл}$ – коэффициент сложности сетевой модели; $n_{раб}$ – количество работ, ед.; $n_{собр}$ – количество событий, ед.

Принимается, что сетевые модели, имеющие коэффициент сложности от 1,0 до 1,5, являются простыми, от 1,51 до 2,0 – средней сложности, более 2,1 – сложными.

В нашем примере коэффициент сложности $K_{сл} = \frac{20}{11} = 1,82$, следовательно, сформированная сетевая модель имеет среднюю сложность.

Далее определим временные параметры событий и нанесем их на сетевую модель (рис.3). Формулы для их расчетов описаны, например, в [4], [8–10; 13]. В верхних секторах кругов, обозначающих события, расположены номера событий, в левых секторах – наименее ранние сроки начала событий, в правых – наиболее поздние сроки завершения событий, внизу – резерв времени для сроков исполнения данной работы (рис. 2).

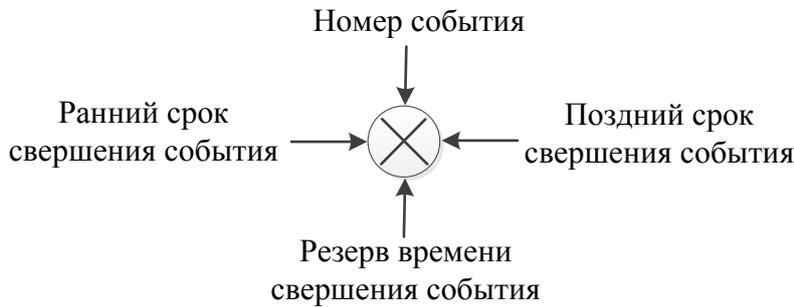


Рис. 2. Расположение параметров сетевой модели на графике

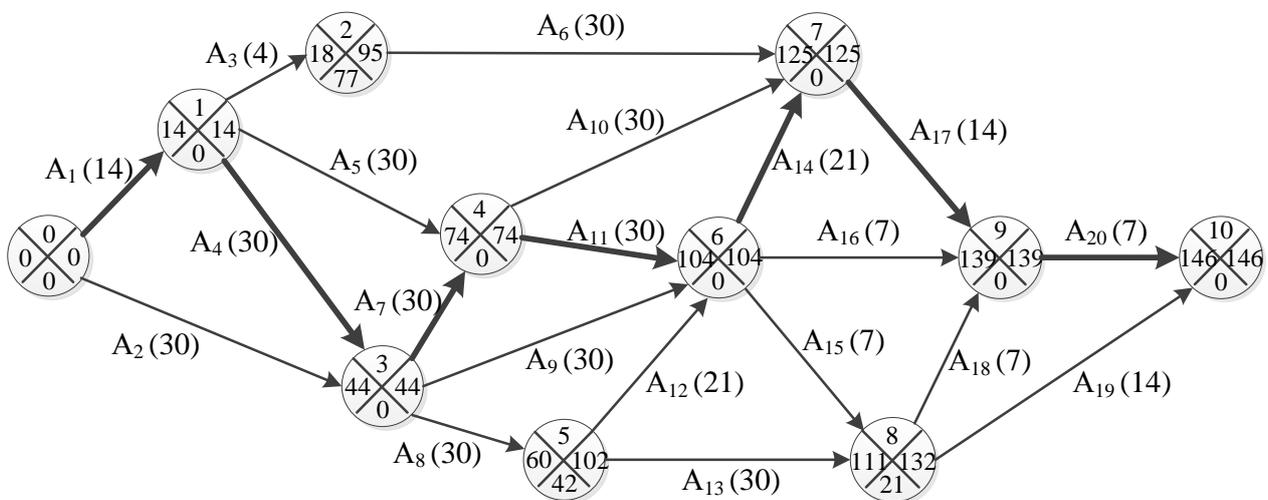


Рис. 3. Сетевая модель с расчетными параметрами

Далее определяем критический путь, который состоит только из критических работ (работа

является критической, если для нее отсутствует резерв времени), связывает начальное и финальное

события и имеет наибольшую продолжительность по суммарному времени исполнения образующих его работ. Его находят с помощью обратной процедуры, следуя от финального события к начальному событию. В рассматриваемом примере критический путь равен 146 дням и состоит из последовательности работ: $A_1 \rightarrow A_4 \rightarrow A_7 \rightarrow A_{11} \rightarrow A_{14} \rightarrow A_{17} \rightarrow A_{20}$. Все работы и события, лежащие на критическом пути, являются критическими [5].

Продолжительность по времени реализации критического пути определяет критическое время, т.е. минимальное время, необходимое для выполнения работ, образующих весь комплекс мероприятий рассматриваемого инвестиционного проекта. За время, которое меньше критического времени, весь комплекс работ для этого инвестиционного проекта не может быть выполнен. Поэтому любая задержка выполнения хотя бы одной работы, входящей в критический путь, увеличивает время выполнения всего проекта в целом.

Для критических работ полные и свободные резервы времени равны нулю [7]. При этом

равенство нулю полного резерва времени для какой-то работы является необходимым и достаточным условием того, что данная работа является критической. Отметим, что свободный резерв времени может быть равным нулю и у некритических работ. Таким образом, критический путь находят путем выявления таких работ в сетевой модели, полные резервы времени которых равны нулю.

Контролируя сроки выполнения критических работ, можно в результате избежать потерь. У работ, не входящих в критический путь, как правило, имеются резервы времени, в рамках которых при необходимости можно сдвигать сроки их исполнения.

После нахождения резервов времени для исполнения работ и наступления соответствующих событий (на рис. 3 – графике сетевой модели – нижний сектор круга-события) определим временные параметры для всех работ. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты расчетов временных параметров работ для сетевой модели

Код работы	Работа (i, j)	Длительность работы	T_H^P	T_O^P	$T_O^П$	$T_H^П$	$R_{П}(i, j)$	$R_C(i, j)$
A ₁	(0, 1)	14	0	14	14	0	0	0
A ₂	(0, 3)	30	0	30	44	14	14	0
A ₃	(1, 2)	4	14	18	95	91	77	0
A ₄	(1, 3)	30	14	44	44	14	0	0
A ₅	(1, 4)	30	14	44	74	44	30	0
A ₆	(2, 7)	30	18	48	125	95	77	0
A ₇	(3, 4)	30	44	74	74	44	0	0
A ₈	(3, 5)	30	44	74	102	72	28	0
A ₉	(3, 6)	30	44	74	104	74	30	0
A ₁₀	(4, 6)	30	74	104	104	74	0	0
A ₁₁	(4, 7)	30	74	104	125	95	21	0
A ₁₂	(5, 6)	21	60	81	104	83	23	0
A ₁₃	(5, 8)	30	60	90	132	102	42	0
A ₁₄	(6, 7)	21	104	125	125	104	0	0
A ₁₅	(6, 8)	7	104	111	132	125	21	0
A ₁₆	(6, 9)	7	104	111	139	132	28	0
A ₁₇	(7, 9)	14	125	139	139	125	0	0
A ₁₈	(8, 9)	7	111	118	139	132	21	0
A ₁₉	(8, 10)	14	111	125	146	132	21	0
A ₂₀	(9, 10)	7	139	146	146	139	0	0

В табл. 2 первые три столбца нам известны, 4-й столбец содержит наименее ранний срок начала работы, 5-й столбец – наименее ранний срок окончания работы, 6-й столбец – наиболее поздний срок окончания работы; 7-й столбец – наиболее поздний срок начала работы, 8-й столбец – полный резерв времени работы, 9-й столбец – свободный резерв работ.

Видно, что полный резерв времени для всех работ критического пути равен 0, т.е. изменять сроки исполнения этих работ нельзя. Свободный резерв времени R_C определяется по формуле $R_C = T_j^P - T_i^P - t_{ij} = T_O^P - T_H^P - t_{ij}$, где T_j^P – наименее ранний срок свершения события j , равный наименее раннему сроку окончания работы T_O^P ; T_i^P – наименее ранний срок свершения события i , равный наименее раннему сроку начала работы T_H^P ;

t_{ij} – продолжительность работы. Для расчета 9-го столбца, содержащего свободный резерв работ, необходимо из расположенных в одной строке числовых значений 5-го столбца вычесть соответствующие числовые значения из 4-го и 3-го столбцов. На этом расчет временных параметров сетевой модели для рассматриваемого инвестиционного проекта завершен.

Проведем оптимизацию сетевой модели инвестиционного проекта по параметру стоимости. Граничные значения длительностей работ a_{ij} и b_{ij} , их стоимости c_{ij} , коэффициенты затрат на ускорение работ h_{ij} приведены в табл. 3. Свободные резервы времени работ были вычислены ранее (см. табл. 2) и равны нулю для критических работ в сетевой модели данного проекта. Результаты частной оптимизации сетевой модели по параметру стоимости приведены в табл. 3.

Таблица 3

Оптимизация сетевой модели по параметру стоимости

Код работы	Работа (i, j)	Продолжительность работы, дней			Стоимость работы, тыс. руб.			h_{ij}	ΔC
		a_{ij}	t_{ij}	b_{ij}	c_{min}	c_{ij}	c_{max}		
A ₁	(0, 1)	7	14	20	1400	1500	1600	-	-
A ₂	(0, 3)	20	30	40	0,2	1	2	0,1	1
A ₃	(1, 2)	1	4	9	700	1050	1400	87,5	437
A ₄	(1, 3)	14	30	44	100	192	300	-	-
A ₅	(1, 4)	14	30	44	100	250	400	10	140
A ₆	(2, 7)	14	30	44	100	200	300	7	98
A ₇	(3, 4)	14	30	44	100	240	350	-	-
A ₈	(3, 5)	14	30	44	150	250	350	7	98
A ₉	(3, 6)	14	30	44	100	230	350	8,3	116,2
A ₁₀	(4, 6)	14	30	44	100	200	300	7	98
A ₁₁	(4, 7)	14	30	44	100	205	300	-	-
A ₁₂	(5, 6)	14	21	36	120	270	350	10,5	157,5
A ₁₃	(5, 8)	12	30	44	3200	3500	3800	18	252
A ₁₄	(6, 7)	14	21	44	100	210	300	-	-
A ₁₅	(6, 8)	2	7	14	100	150	200	8,3	58,1
A ₁₆	(6, 9)	3	7	14	50	110	150	9	63
A ₁₇	(7, 9)	7	14	21	210	280	350	-	-
A ₁₈	(8, 9)	2	7	14	70	102	130	5	35
A ₁₉	(8, 10)	7	14	23	650	800	950	18	162
A ₂₀	(9, 10)	2	7	14	20	50	80	-	-
Итого					9790	-	-	-	1713,8

В табл. 3 представлены параметры только тех работ, которые имеют свободные резервы времени. Критические работы не представлены в ней, и для них расчеты не требуются, т.к. у них отсутствуют свободные резервы времени. Расчет коэффициента затрат на ускорение проводится по формуле (2), для примера рассчитаем его для работы A₃: $h_{ij} = \frac{1400 - 700}{9 - 1} = 87,5$, а ΔC рассчитывается по формуле (4).

Стоимость первоначального варианта реализации проекта на основе сформированной сетевой модели равна сумме стоимостей всех определяющих его работ: $C = \sum_{ij} c_{ij} = 9\,790$ тыс. руб.

Стоимость реализации проекта после оптимизации по показателю стоимости: $C' = C - \Delta C = 9\,790 - 1\,713,8 = 8\,076,2$ тыс. руб., т.е. стоимость уменьшилась на 18%.

Таким образом, в результате оптимизации сетевой модели для рассматриваемого инвестиционного проекта сформирован план работ, позволяющий выполнить весь комплекс необходимых работ за период времени $T_{кр} = 146$ дней при минимальной его стоимости $C = 8$ млн руб. Если необходимо ускорение выполнения данного проекта, то это, естественно, отразится на его стоимости, т.е. она увеличится.

Таким образом, в данной статье на реальном инвестиционном проекте рассмотрена предлагаемая методика построения сетевой модели инвестиционного проектирования и проведена оптимизация модели по параметру стоимости. Отметим, что предлагаемое использование сетевого моделирования в качестве инструментария для решения задач управления процессом инвестиционного про-

ектирования в деятельности хозяйствующего субъекта способствует повышению его эффективности и ведет к росту конкурентоспособности предприятия.

Список литературы

- Буценко Е.В. Совершенствование модели инвестиционного проектирования на основе сетевого моделирования // Управленец. 2015. №1 (53). С. 38–42.
- Гресько А.В. Владелец Traveler's coffee и Freelance cafe. URL: <http://malina.am/series/efir2603994847> (дата обращения: 26.03.2015).
- Гресько А.В. Ресторанный бизнес переживает смену парадигмы. URL: <http://ekbrealty.ru/analytics/interview/6082/> (дата обращения: 26.03.2015).
- Зуховицкий С.И., Радчик И.А. Математические методы сетевого планирования. М.: Наука, 1965. 296 с.
- Кремер Н.Ш., Путко Б.А., Трицин И.М., Фридман М.Н. Исследование операций в экономике. М.: ЮНИТИ, 2002. 407 с.
- Милл Р.К. Управление рестораном. М.: Юнити-Дана, 2009. 536 с.
- Новиков Д., Кузнецов О. Сетевые модели в управлении. М.: Эгвес, 2011. 411 с.
- Таха Хемди А. Введение в исследование операций. 7-е изд: пер. с англ. М.: Вильямс, 2005. 912 с.
- Тюлюкин В.А. Исследование операций. Екатеринбург: УрГЭУ, 2002. 118 с.
- Филипс Д., Гарсиа-Диас А. Методы анализа сетей. М.: Мир, 1984. 496 с.

11. Шориков А.Ф., Буценко Е.В. Методика оптимизации маркетинговой деятельности хозяйствующего субъекта на основе сетевого моделирования // Социально-экономическое развитие России: возможности, проблемы, перспективы: материалы XXXI междунар. науч.-практ. конф. Челябинск: УрСЭИ (ф) ОУП ВПО «АТиСО», 2014. С. 107–110.

12. Шориков А.Ф., Буценко Е.В. Экспертная система инвестиционного проектирования // Прикладная информатика. 2013. №5 (47). С. 96–104.

13. Charnes A., Cooper W. Some Network Characterization for Mathematical Programming and Accounting Applications to Planning and Control // The Accounting Review. 1967. Vol. 42, No. 3. P. 24–52.

14. Chen S.-P., Tsai M.-J. Time-cost trade-off analysis of project networks in fuzzy environments // Europ. J. Operational Res. 2011. Vol. 212. P. 386–397.

15. Robinson E.W, L. Gao and S. Muggenborg. Designing an Integrated Distribution System at DowBrands, Inc. // Interfaces. 1993. Vol. 23, No. 3. P. 107–117.

Получено: 10.05.2015

References

1. Butsenko E.V. Sovershenstvovanie modeli investitsionnogo proektirovaniya na osnove setevogo modelirovaniya [Improving the model of investment planning on the basis of network modelling]. *Upravlenets* [Manager], 2015, no. 1 (53), pp. 38–42.

2. Gres'ko A.V. *Vladelets Traveler's coffee i Freelance cafe* [Owner Traveler's coffee and Freelance cafe]. Available at: <http://malina.am/series/efir2603994847> (accessed 26.03.2015).

3. Gres'ko A.V. *Restorannyyi biznes perezhi-vaet smenu paradigmy* [Restaurants undergoing a paradigm shift]. Available at: <http://ekbrealty.ru/analytics/interview/6082/> (accessed 26.03.2015).

4. Zukhovitskii S.I., Radchik I.A. *Matematicheskie metody setevogo planirovaniya* [Mathematical methods of network planning]. Moscow, Nauka Publ., 1965. 296 p.

5. Kremer N.S., Putko B.A., Trischin I.M., Friedman M.N. *Issledovanie operatsii v ekonomike* [Operations research in economics]. Moscow, UNITY Publ., 2002. 407 p.

6. Mill R.C. *Upravlenie restoranom* [Restaurant Management]. Moscow, Yuniti-Dana Publ., 2009. 536 p.

7. Novikov D., Kuznetsov O. *Setevye modeli v upravlenii* [Network models in control]. Moscow, Egves Publ., 2011. 411 p.

8. Taha Hemdy A. *Vvedenie v issledovanie operatsii* [Operations Research: An Introduction]. 7th ed. Moscow, Vil'yams Publ., 2005. 912 p.

9. Tyulyukin V.A. *Issledovanie operatsii* [Operations research]. Ekaterinburg: USUE Publ., 2002. 118 p.

10. Phillips D., Garsia-Dias A. *Metody analiza setei* [Methods of the networks analysis]. Moscow, Mir Publ., 1984. 496 p.

11. Shorikov A.F., Butsenko E.V. Metodika optimizatsii marketingovoi deyatelnosti khozyaistvuyushchego sub'yekta na osnove setevogo modelirovaniya [A procedure for optimizing marketing business entity based network modeling]. *Materialy XXXI mezhduнародnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie Rossii: vozmozhnosti, problemy, perspektivy»* [Proc. XXXI International scientific-practical conf. «Socio-economic development of Russia: opportunities, problems and prospects»]. Chelyabinsk, UrSEI (f) OUP VPO «АТиСО», 2014. pp. 107–110.

12. Shorikov A.F., Butsenko E.V. Ekspertnaya sistema investitsionnogo proektirovaniya [Expert system of investment projecting]. *Prikladnaya informatika* [Journal of applied informatics], 2013, no. 5. pp. 96–104.

13. Charnes A., Cooper W. Some Network Characterization for Mathematical Programming and Accounting Applications to Planning and Control. *The Accounting Review*, 1967, Vol. 42, no. 3, pp. 24–52.

14. Chen S.-P., Tsai M.-J. Time-cost trade-off analysis of project networks in fuzzy environments. *Europ. J. Operational Res*, 2011, Vol. 212, pp. 386–397.

15. Robinson E.W, Gao L., Muggenborg S. Designing an Integrated Distribution System at DowBrands, Inc. *Interfaces*, 1993, Vol. 23, no. 3, pp. 107–117.

The date of the manuscript receipt:
10.05.2015

INVESTMENT PLANNING OPTIMIZATION METHODS BASED ON NETWORK MODELING AND THEIR APPLICATIONS

Andrew F. Shorikov, Doctor of Physics and Mathematics, Professor
E-mail: afshorikov@mail.ru

Ural Federal University; 19, Mira st., Ekaterinburg, 620002, Russia

Yelena V. Butsenko, Candidate of Economic Sciences

E-mail: evl@usue.ru

Ural State University of Economics; 62, 8 Marta st., Ekaterinburg, 620144, Russia

In the current business environment investment planning is an essential process in the development of any economic entity. It is necessary to communicate its importance to managers, analysts, and investors, so that they could make appropriate managerial decisions. The article discusses the current issues regarding management of the invest-

ment planning process for economic entities. In order to solve the problem of optimizing such management, it is suggested to use network economic-mathematical modeling. Methods of network planning and management have long been known and used for complex systems. The idea of their new application, in particular for deterministic economic-mathematical modeling of investment planning, provides the novelty and scientific hypothesis of this paper. The proposed method is based on the formation of a network economic-mathematical model that includes all the stages of works relating to investment planning. Such network model serves as the basis for creating a schedule graph of implementation of the set of works and calculation of parameters to optimize the network model of the investment planning process. The method is illustrated by a detailed practical example, which demonstrates the necessity of calculating not only time, but also cost indicators of an investment project. Food service industry is chosen for application of this model since large amount of small business investment is connected with this sphere. The practical example given in the article describes in detail the whole process of establishing a restaurant business, from its concept to its opening. Thus, the results obtained and conclusions made show that the proposed use of network modeling as a tool for solving problems of managing the investment planning process contributes to efficiency and increases competitive advantage of the economic entity.

Keywords: optimization; management; investment planning; network model; economic-mathematical modeling; restaurant business.

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Шориков А.Ф., Буценко Е.В. Методика оптимизации инвестиционного проектирования на основе сетевого моделирования и ее приложения // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). С. 62–70.

Please cite this article in English as:

Shorikov A.F., Butsenko Y.V. Investment planning optimization methods based on network modeling and their applications // Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika = Perm University Herald. Economy. 2015. № 4(27). P. 62–70.