



Е.В. Буценко, А.Ф. Шориков

**СЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ
ИНВЕСТИЦИОННЫМ ПРОЕКТИРОВАНИЕМ И ЕГО ПРИЛОЖЕНИЯ**

E.V. Butsenko, A.F. Shorikov

**NETWORK MODELLING OF THE PROCESS OF MANAGING
INVESTMENT PLANNING AND ITS APPLICATIONS**

Рассматриваются вопросы экономико-математического моделирования процесса управления инвестиционным проектированием для хозяйствующего субъекта. Задача исследования – анализ процесса управления инвестиционным проектированием с применением экономико-математических методов для его оптимизации. Определен процесс инвестиционного проектирования, выделены основные стадии и этапы процесса инвестиционного проектирования, показан процесс оптимизации управления инвестиционным проектированием с использованием экономико-математического моделирования. Для разработки экономико-математической модели процесса управления инвестиционным проектированием предложено использовать методы сетевого планирования и управления. Соответствующая рассматриваемому процессу сетевая модель позволяет реализовать эффективную для хозяйствующего субъекта организацию работ по инвестиционному проектированию. Приведен пример применения предлагаемой сетевой модели для разработки инвестиционного проекта по открытию компании для этапа строительства и отделки производственного помещения, где представлены анализ, упорядочение и кодирование имеющихся работ, соответствующий сетевой график, рассчитаны параметры сетевого моделирования и построен календарный график работ для рассматриваемого процесса инвестиционного проектирования. 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. Результаты исследования могут быть использованы любым хозяйствующим субъектом, осуществляющим инвестиционную деятельность в современных экономических условиях и стремящимся оптимизировать свои временные и стоимостные расходы.

СЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ; ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ; ИНВЕСТИЦИОННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ; УПРАВЛЕНИЕ ИНВЕСТИЦИОННЫМИ ПРОЕКТАМИ; МЕТОДЫ СЕТЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ; ПАРАМЕТРЫ СЕТЕВОЙ МОДЕЛИ ПРОЕКТА; СЕТЕВОЙ ГРАФИК; КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК.

The article examines economic and mathematical modeling of the process of managing the investment projection for the business entity. The aim is to analyze investment management in order to design and apply economic and mathematical methods that would optimize the process. The article defines the investment planning process, highlights the main stages and steps in the process of investment planning, shows the process of optimizing the management of investment design using economic and mathematical modeling. It is suggested to use methods of network planning and management for the development of economic and mathematical models of the investment management process design. We propose a network model that is appropriate for the process that allows a business entity to efficiently organize its investment planning processes. The paper presents an actual example of using the proposed network model for developing an investment project for the opening a company for the construction phase and finishing the production premises. For this example, the analysis has been carried out, along with the ordering and coding of existing works, an appropriate roadmap has been built, network modeling parameters have been calculated and a calendar schedule has been constructed for the process of investment planning. The findings and conclusions of the article suggest that the proposed network modeling could be used as a tool for solving problems of controlling the investment planning process during the activity of an economic entity and as such contributes to its efficiency and leads to increased competitiveness. The results can be used by any business entity engaged in investment activities in the current economic conditions and seeking to optimize their time and cost expenditure.

NETWORK MODELING; ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING; INVESTMENT PLANNING; INVESTMENT PROJECTS MANAGEMENT; METHODS OF NETWORK PLANNING; THE PARAMETERS OF THE NETWORK MODEL OF THE PROJECT; NETWORK SCHEDULE; CALENDAR SCHEDULE.

Введение. В современных условиях развития экономики любой хозяйствующий субъект приходит к необходимости использования инвестиций [1, 2], поэтому решение задач управления процессом инвестиционного проектирования, позволяющих сократить расходы разных видов ресурсов, является актуальным.

В научной литературе широко известны различные методы решения подобных задач [4]. В данной статье предлагается использовать один из классов математических методов, а именно – сетевое моделирование, для решения задачи управления инвестиционным проектированием. То есть научной гипотезой будет новое применение известных методов сетевого планирования и управления для детерминированного экономико-математического моделирования процессов инвестиционного проектирования.

Методика исследования. Инвестиционное проектирование непосредственно связано с разработкой бизнес-процессов, необходимых для осуществления инвестиционной деятельности. Для формирования экономико-математической модели процесса инвестиционного проектирования необходимо определение его этапов и соответствующих этим этапам действий. Приведем описание наиболее значимых этапов (блоков работ) инвестиционного проектирования.

Одним из самых первых этапов является *маркетинговый анализ проектов*, в результате которого исследуется рынок конкретного вида продукции/услуги, его реакция на новый товар, анализируется местоположение хозяйствующего субъекта, определяются возможные конкуренты, оценивается их конкурентоспособность, определяются стратегии маркетинга по сбыту, ценообразованию, использованию рекламы, продвижению товара, строится прогноз продаж продукции [3].

Следующим важным этапом инвестиционного проектирования является *анализ неопределенности*, в условиях которой осуществляет деятельность компания. Выявление неопределенностей развития и их анализ позволяет учесть риски и уделить в дальнейшем внимание самым важным показателям проектирования [4, 5].

Также отметим *этап составления финансовых моделей инвестиционного проектирова-*

ния [6–8]. Модели, построенные для прогнозирования значений показателей бухгалтерской отчетности с использованием формул, созданных на основе бухгалтерских проводок, значительно отличаются от моделей, построенных для оценки инвестиционных проектов. Основное отличие состоит в использовании различных методов финансового анализа при оценке инвестиционных проектов и бизнеса (расчет денежного потока, расчет приведенной стоимости, оценка риска и др.). Например, для любого хозяйствующего субъекта большое значение имеет оценка величины поступлений и расходований денежных средств, основанная на анализе его деятельности за предыдущие периоды и на прогнозах финансово-хозяйственных результатов для будущих периодов времени. Для этих целей составляются бюджеты денежных средств – прогнозы их поступлений и платежей на будущие периоды (месяц, неделя). Расчет денежного потока хозяйствующего субъекта проводится на основе бюджета денежных средств, который строится для компании (денежный поток обычно строится для инвестиционного проекта). Расчет денежного потока проводится, чаще всего, с целью оценки отдачи инвестиций, а бюджет денежных средств используется в процессе планирования деятельности хозяйствующего субъекта.

Рассмотренный выше момент показывает необходимость четко определять цели и схему создаваемой финансовой модели, взаимосвязи между элементами и учитывать специфические условия реализации инвестиционного проекта.

С учетом вышеизложенного определим, что экономико-математической моделью будет сетевая модель, соответствующая процессам инвестиционного проектирования. Таким образом, необходимо привести описание экономико-математической сетевой модели как важный пример применения предлагаемой сетевой модели для разработки инвестиционного проекта.

Выделим последовательность основных блоков работ инвестиционного проектирования:

1) сбор исходных данных для реализации процесса инвестиционного проектирования (блок работ A_1);

2) маркетинговый анализ проектов (блок работ B_2);

- 3) финансовый анализ (расчет финансовых показателей) проектов (блок работ C_3);
- 4) анализ чувствительности (влияния рисков на проекты);
- 5) построение финансовой модели инвестиционного проектирования;
- 6) формирование альтернативных вариантов условий реализации проектов;
- 7) анализ полученных результатов и выбор оптимального инвестиционного проекта.

Каждый из отмеченных выше блоков работ, определяющих структуру рассматриваемого процесса, образует многоуровневую сетевую модель процесса инвестиционного проектирования.

Для формирования общей методики инвестиционного проектирования с применением экономико-математического моделирования приведем основные работы каждого из выделенных блоков работ. Их кодирование соответствует указанной выше последовательности основных этапов инвестиционного проектирования и состоит из букв и цифр, где первая цифра соответствует номеру блока работ, вторая — номеру работы в блоке: A_{11} — принятие решения об инвестировании; A_{12} — расчет расходов на строительство; A_{13} — расчет расходов на НИОКР; A_{14} — расчет затрат на производство и реализацию продукции/услуг; A_{15} — расчет расходов на амортизацию; A_{16} — расчет объема инвестиций в проект; A_{17} — расчет приемлемой процентной ставки за кредит; A_{18} — получение начальной исходной информации по инвестированию; B_{21} — формирование исходных данных для маркетингового анализа; B_{22} — исследование рынка; B_{23} — оценка состояния конкуренции и других внешних факторов; B_{24} — анализ рыночных цен на продукцию/услуги; B_{25} — формирование стратегии маркетинга; B_{26} — формирование прогноза объема продаж/услуг; B_{27} — маркетинговый анализ; B_{28} — формирование плана маркетинга; C_{31} — отбор данных для расчета финансовых показателей инвестиционного проектирования; C_{32} — анализ структуры активов и пассивов баланса проекта, структуры распределения прибыли и др.; C_{33} — анализ динамики финансовых показателей проектов; C_{34} — определение финансовых показателей проекта; C_{35} — расчет коэффициентов рентабельности; C_{36} —

расчет коэффициентов оборачиваемости; C_{37} — расчет коэффициентов финансовой устойчивости; C_{38} — расчет коэффициентов ликвидности; C_{39} — анализ финансовых показателей проекта; C_{310} — прогноз финансовых результатов от реализации проекта; D_{41} — принятие решения о необходимости проведения анализа чувствительности и формирование соответствующей исходной информации; D_{42} — выбор результирующих показателей эффективности инвестиционного проекта; D_{43} — формирование факторов неопределенности; D_{44} — определение предельных значений факторов неопределенности; D_{45} — расчет результирующих показателей эффективности проекта для всех допустимых значений факторов неопределенности; D_{46} — анализ полученных результатов (заключение о наиболее критических факторах инвестиционного проекта); E_{51} — установление целей создания модели, отбор выходных данных из блоков финансового анализа и анализа чувствительности; E_{52} — формирование критериев качества, оценивающих результаты инвестиционного проектирования; E_{53} — выбор наиболее приемлемых схем инвестирования средств и источников финансирования для реализации проекта; F_{61} — определение возможных вариантов проектов на основе полученной на предыдущих этапах информации; F_{62} — формирование вариантов условий реализации проектов; G_{71} — формирование конкретных показателей оценки эффективности инвестиционных проектов; G_{72} — расчет значений сформированных показателей эффективности для всех инвестиционных проектов; G_{73} — сравнительный анализ и выбор наилучших значений показателей эффективности и соответствующего им инвестиционного проекта/проектов; G_{74} — описание и наглядное представление всех собранных и полученных расчетных данных по выбранному для инвестирования проекту/проектам.

На рис. 1 показан сетевой график, соответствующий выделенным работам процесса инвестиционного проектирования.

Таким образом, сформирована общая сетевая модель процесса инвестиционного проектирования, которую можно использовать для оптимизации управления данным процессом.

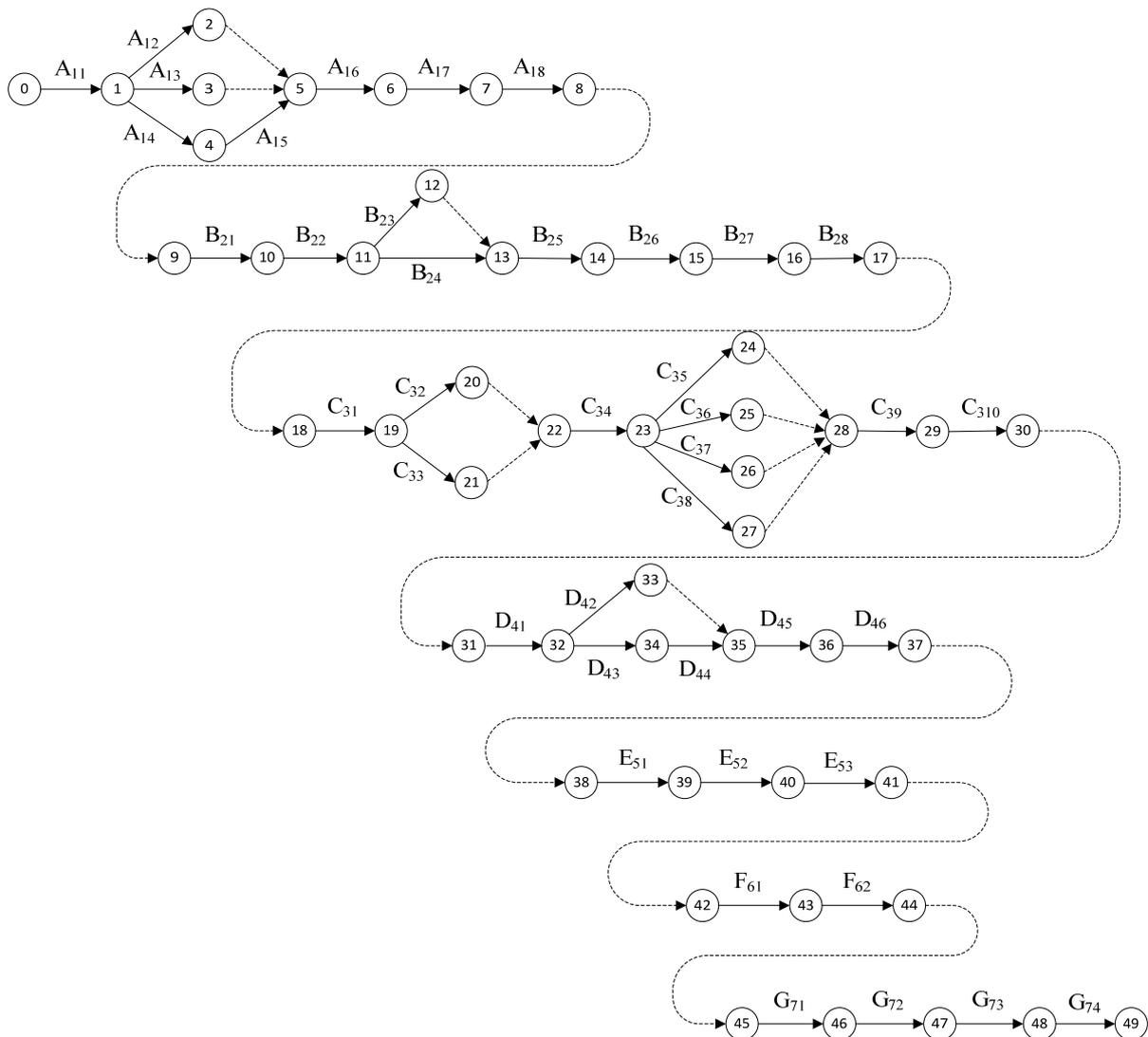


Рис. 1. Сетевой график модели инвестиционного проектирования

Обозначения: A_{ij} – этапы проектирования; $\textcircled{1}$ – начало/окончание этапа проектирования; (—→) – взаимосвязи между этапами; (---→) – фиктивные взаимосвязи

В качестве демонстрации действий по построению сетевой модели приведем один из этапов проектирования, связанный с расчетом затрат для определения финансовых показателей проекта. Для данного примера проведем цикл необходимых действий по анализу, упорядочению и кодированию выделенных работ, построим соответствующий сетевой график, рассчитаем параметры сетевого моделирования, построим календарный график.

Приведем последовательность действий сетевого моделирования [9–12]:

- 1) определение необходимых действий/ работ, соответствующих процессу;
- 2) анализ, упорядочение и кодирование выделенных работ;

3) построение соответствующего сетевого графика;

4) расчет параметров сетевого моделирования;

5) построение календарного графика.

Будем рассматривать применение методов сетевого планирования и управления при разработке инвестиционного проекта по открытию компании ресторанного бизнеса в г. Екатеринбурге для этапа строительства и отделки помещения.

Исходная информация в виде комплекса работ с указанием кодировки и продолжительности их выполнения представлена в таблице.

Исходные данные

Код работы	Содержание работы	Продолжительность, дней
Блок 1. Организационно-технические мероприятия, заключение контрактов на выполнение строительно-монтажных работ		
C ₁	1. Прием помещений от арендодателя с составлением акта	3
C ₂	2. Проведение тендера на выполнение СМР	14
C ₃	3. Проверка и согласование представленных генподрядчиком (подрядчиками) смет на выполнение СМР, являющихся неотъемлемой частью договоров подряда	7
C ₄	4. Заключение генподрядного договора на выполнение СМР	7
C ₅	5. При условии отсутствия генподрядного договора на весь объем работ заключение договоров на выполнение отдельных видов строительно-монтажных работ (расписать по каким видам)	7
C ₆	6. Заключение договора на изготовление мебели и столярных изделий	7
C ₇	7. Заключение договора (трудового соглашения) на художественную роспись	5
C ₈	8. Заключение договора (трудового соглашения) на изготовление кованных изделий (при необходимости)	5
C ₉	9. Заключение контракта на изготовление рекламных знаков	5
C ₁₀	10. Заключение контракта на выполнение монтажных и пусконаладочных работ по системам автоматической пожарной и охранной сигнализации, в увязке с системой вентиляции и кондиционирования	10
C ₁₁	11. Передача помещений генподрядной организации для проведения СМР с составлением акта	1
C ₁₂	12. Передача подрядчикам рабочей документации со штампом «К производству работ» и подписью руководителя проекта	1
C ₁₃	13. Обеспечение охраны объекта, выполнения требований пожарной безопасности	3
C ₁₄	14. Обеспечение объекта строительства средствами пожаротушения	2
C ₁₅	15. Обеспечение авансирования СМР согласно условиям договоров подряда	3
C ₁₆	16. Организация охраны объекта строительства	3
Блок 2. Демонтажные работы		
C ₁₇	17. Демонтаж существующих перегородок (при необходимости)	3
C ₁₈	18. Снятие старого покрытия полов (при необходимости)	3
C ₁₉	19. Снятие старой кафельной плитки со стен (при необходимости)	3
C ₂₀	20. Демонтаж старого существующего потолка (при необходимости)	3
C ₂₁	21. Демонтаж старых труб систем водопровода и канализации (при необходимости)	3
C ₂₂	22. Демонтаж старых существующих венткоробов, трубопроводов систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (при необходимости)	3
C ₂₃	23. Демонтаж старой электропроводки и светильников	3
C ₂₄	24. Заказ контейнеров и вывоз мусора	3

Продолжение таблицы

Код работы	Содержание работы	Продолжительность, дней
Блок 3. Общестроительные работы		
C ₂₅	25. Возведение перегородок (стен) из гипсокартона	3
C ₂₆	26. Возведение перегородок (стен) из кирпича или других материалов	7
C ₂₇	27. Комплектация облицовочными материалами согласно дизайн-проекту	5
C ₂₈	28. Устройство лестницы	7
C ₂₉	29. Устройство подиумов	5
C ₃₀	30. Устройство выравнивающей стяжки пола	4
C ₄₂	31. Устройство ниш в полу для размещения ковриков для чистки обуви. Укладка ковриков	3
C ₄₃	32. Устройство каркаса подшивного потолка из гипсокартона в увязке с инженерными системами	5
C ₄₅	33. Устройство потолка типа «Амстронг» с заполнением минераловатными плитами	3
C ₅₄	34. Подготовка стен под отделку	5
C ₅₅	35. Заказ кафельной плитки в зал	2
C ₅₆	36. Заказ плитки ПВХ в зал	2
C ₅₇	37. Заказ мозаики декоративной	2
C ₅₈	38. Заказ мебели (стулья)	3
C ₅₉	39. Заказ столешниц	3
C ₆₁	40. Заказ подстольев	3
C ₆₃	41. Заказ диванов и мягких стульев	3
C ₆₄	42. Заказ светильников	3
C ₆₀	43. Устройство кафельной плитки на стенах	5
C ₆₅	44. Заказ фотографий для интерьера	3
C ₆₂	45. Устройство полов плитами или другими материалами	4
C ₆₆	46. Установка дверей	3
C ₆₇	47. Установка замков и ручек, запоров на дверях	2
C ₆₈	48. Установка ограничителей открывания дверей	1
C ₆₉	49. Установка доводчиков на двери	1
C ₇₀	50. Покраска стен	3
C ₇₁	51. Покраска потолков	3
C ₇₂	52. Фасадные работы (расписать)	7
C ₇₃	53. Декоративное оформление помещения	10
C ₇₄	54. Представление гигиенических сертификатов на применяемые при строительстве материалы	7
C ₇₅	55. Представление пожарных сертификатов на применяемые при строительстве материалы	5

Окончание таблицы

Код работы	Содержание работы	Продолжительность, дней
Блок 4. Водоснабжение и канализация, отопление		
C ₃₂	56. Пробивка штроб, устройство каналов в полу для прокладки канализационных труб и сетей водопровода, отопления	10
C ₃₁	57. Пробивка штроб в стенах для прокладки сетей водопровода, отопления	10
C ₃₃	58. Прокладка сетей водопровода	5
C ₃₄	59. Прокладка сетей канализации	5
C ₃₅	60. Прокладка сетей отопления	5
C ₃₆	61. Оформление актов на скрытые работы по системе водопровода	3
C ₃₇	62. Оформление актов на скрытые работы по системам канализации	3
C ₃₈	63. Засыпка каналов после приемки сетей водопровода и канализации	3
C ₄₀	64. Поставка и монтаж радиаторов систем отопления	3
C ₃₉	65. Поставка и монтаж унитазов, писсуаров, раковин, умывальников с их подключением	3
C ₄₄	66. Монтаж и подключение поддона для моповой	2
C ₄₁	67. Монтаж оборудования теплового узла	2
C ₄₆	68. Приемка систем выпусков внутренней канализации с подписанием актов	2
C ₄₇	69. Проведение гидравлических испытаний систем водоснабжения с подписанием актов	2
C ₄₈	70. Проведение гидравлических испытаний системы отопления с подписанием акта	2
C ₄₉	71. Проведение гидравлических испытаний теплового узла с подписанием акта	2
C ₅₀	72. Представление исполнительных схем по сетям водоснабжения помещения	3
C ₅₁	73. Представление исполнительных схем по сетям канализации помещения	3
C ₅₂	74. Представление исполнительных схем по системам отопления помещения	3
C ₅₃	75. Представление и подписание акта выполненных работ по системам отопления, водоснабжения и канализации при наличии исполнительной документации	3
Блоки 5–12. Другие виды работ		
–	76. Вентиляция и кондиционирование воздуха	10
–	77. Электромонтажные работы	14
–	78. при расчетах за потребляемую электроэнергию с арендодателем	5
–	79. при выполнении работ по внешнему электроснабжению объекта	5
–	80. Монтаж слаботочных систем	3
–	81. Монтаж и подключение компьютерно-кассового оборудования	2
–	82. Установка пожарной сигнализации	1
–	83. Установка и монтаж мебели, столярных изделий, декора	3
–	84. Монтаж специального и технологического оборудования	5
C ₇₆	85. Прием-передача законченного строительства объекта	1

Примечание. Кодирование работ в таблице может не продолжать соответствовать последовательности, нумерации работ в блоке, так как приводится лишь усеченный пример одного из подуровней многоуровневой сетевой модели инвестиционного проектирования.

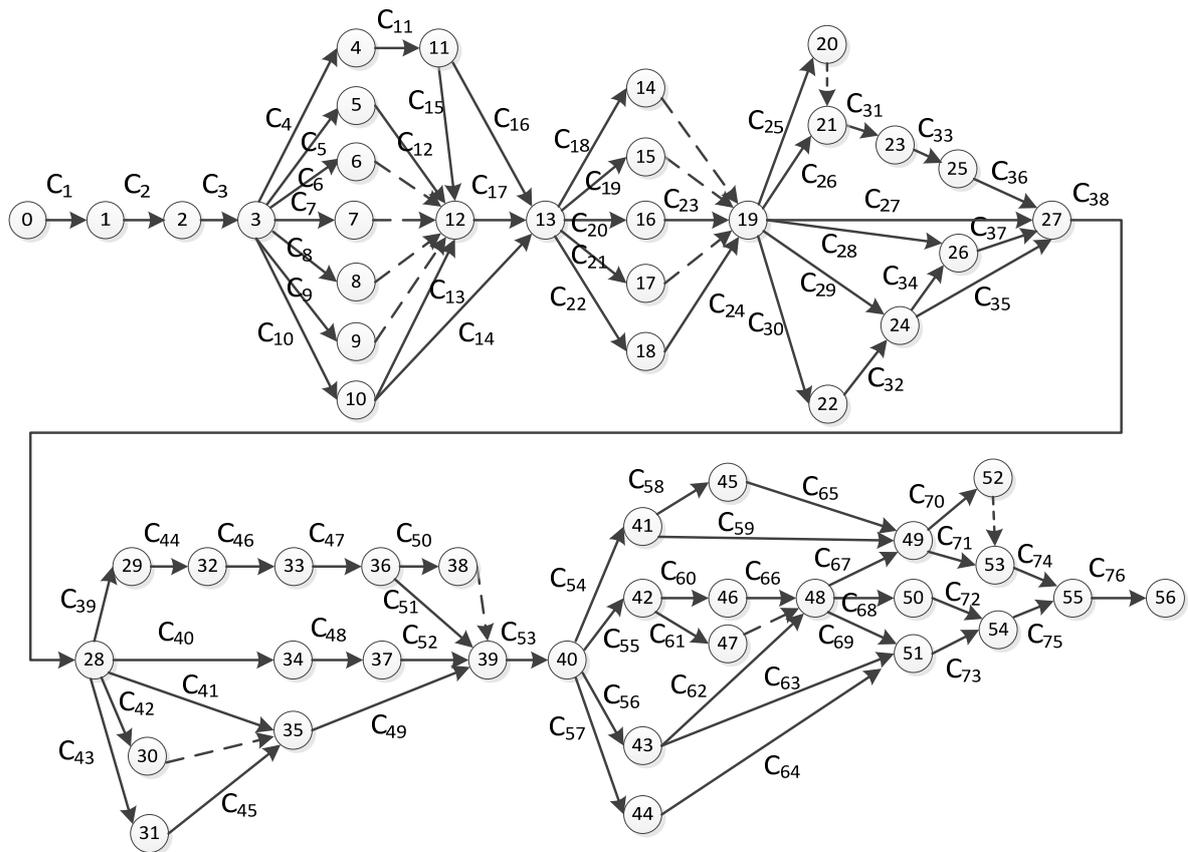


Рис. 2. Сетевой график процесса управления инвестиционным проектированием для этапа строительства помещения

Процесс строительства состоит из 12 основных блоков работ: 1 – организационно-технические мероприятия, заключение контрактов на выполнение строительно-монтажных работ; 2 – демонтажные работы; 3 – общестроительные работы; 4 – водоснабжение и канализация, отопление; 5 – вентиляция и кондиционирование воздуха; 6 – электромонтажные работы; 7 – монтаж слаботочных систем; 8 – монтаж и подключение компьютерно-кассового оборудования; 9 – установка пожарной сигнализации; 10 – установка и монтаж мебели, столярных изделий, декора; 11 – монтаж специального и технологического оборудования; 12 – прием-передача законченного строительства объекта. Каждый их блоков состоит из определенной последовательности работ.

Данные в столбце 1 таблицы получаем после проведения анализа и упорядочения работ.

На основе данных таблицы по первым четырем блокам работ строим сетевой график, задающий структуру и взаимосвязи рассматриваемого этапа проекта (рис. 2). Здесь стрелками

обозначены работы этапов (C_1-C_{76}); стрелками со штриховкой – фиктивные работы, которые необходимы для правильного построения графика и не оказывают влияния на расчетные показатели модели; кругами – события (0–56) [13].

Далее рассчитаем временные параметры событий модели, проведем их анализ и определим, насколько построение сетевой модели позволит оптимизировать процесс управления. Формулы для расчетов описаны, например, в [14, 15].

Для решения задачи сетевого моделирования будем использовать графический метод [11, 15]. Результаты расчетов покажем на графике, представленном на рис. 3. Каждый круг-событие поделен на четыре сектора. 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. Продолжительность работы указана в круглых скобках после кода работы.

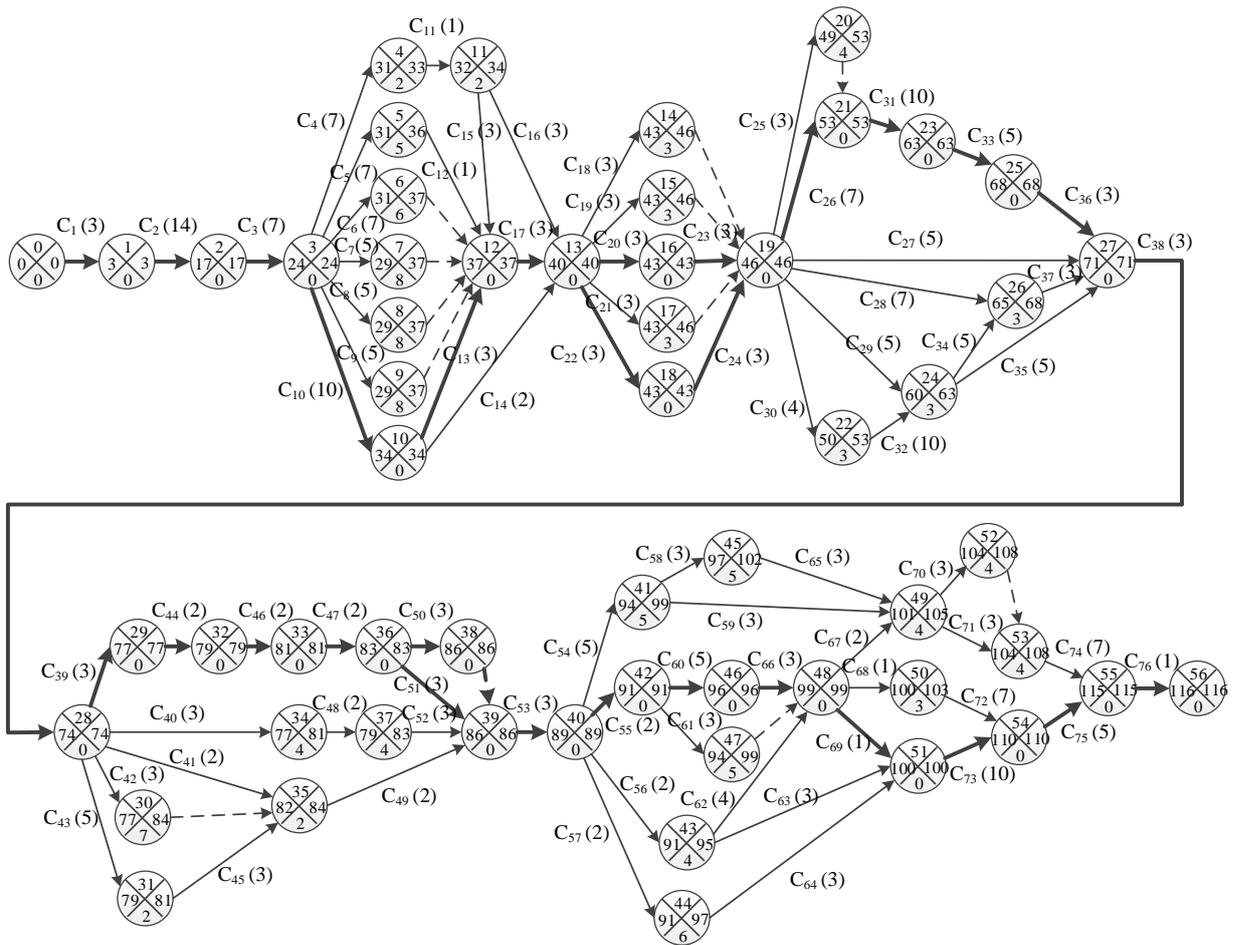


Рис. 3. Сетевой график с рассчитанными временными параметрами сетевой модели

Проанализируем полученные после расчета временных параметров сетевой модели результаты. Вначале рассчитываем ранние сроки начала событий. Рассчитав поздние сроки завершения событий, находим полные резервы времени работ.

Полные резервы времени работ показывают максимально возможный запас времени, на который можно отсрочить начало конкретной работы или увеличить ее продолжительность без увеличения длины критического пути. Затем находим критический путь сетевой модели путем выявления таких работ, полные резервы времени которых равны нулю (т. е. изменять сроки исполнения этих работ нельзя).

В нашем примере нулевые резервы времени получились у работ: $C_1, C_2, C_3, C_{10}, C_{13}, C_{17}, C_{20}, C_{22}, C_{23}, C_{24}, C_{26}, C_{31}, C_{33}, C_{36}, C_{38}, C_{39}, C_{44}, C_{46}, C_{47}, C_{50}, C_{51}, C_{53}, C_{55}, C_{60}, C_{66}, C_{69}, C_{73}, C_{75}, C_{76}$. На графике видим два критических

пути, которые выделены более яркими линиями и состоят из 26 работ: $C_1 \rightarrow C_2 \rightarrow C_3 \rightarrow C_{10} \rightarrow C_{13} \rightarrow C_{17} \rightarrow C_{20} \rightarrow C_{23} \rightarrow C_{26} \rightarrow C_{31} \rightarrow C_{33} \rightarrow C_{36} \rightarrow C_{38} \rightarrow C_{39} \rightarrow C_{44} \rightarrow C_{46} \rightarrow C_{47} \rightarrow C_{51} \rightarrow C_{53} \rightarrow C_{55} \rightarrow C_{60} \rightarrow C_{66} \rightarrow C_{69} \rightarrow C_{73} \rightarrow C_{75} \rightarrow C_{76}$ и $C_1 \rightarrow C_2 \rightarrow C_3 \rightarrow C_{10} \rightarrow C_{13} \rightarrow C_{17} \rightarrow C_{21} \rightarrow C_{24} \rightarrow C_{26} \rightarrow C_{31} \rightarrow C_{33} \rightarrow C_{36} \rightarrow C_{38} \rightarrow C_{39} \rightarrow C_{44} \rightarrow C_{46} \rightarrow C_{47} \rightarrow C_{51} \rightarrow C_{53} \rightarrow C_{55} \rightarrow C_{60} \rightarrow C_{66} \rightarrow C_{69} \rightarrow C_{73} \rightarrow C_{75} \rightarrow C_{76}$, продолжительностью 116 дней.

Для визуализации сроков выполнения работ проекта построим календарный график выполнения работ в виде диаграммы Ганта: по оси OY расположены работы проекта, по оси OX — длительность выполнения работ в днях; длина отрезков соответствует возможной (максимальной) продолжительности длины работы; критические работы располагаются друг за другом без временных сдвигов. Диаграмма Ганта с временным графиком представлена на рис. 4.

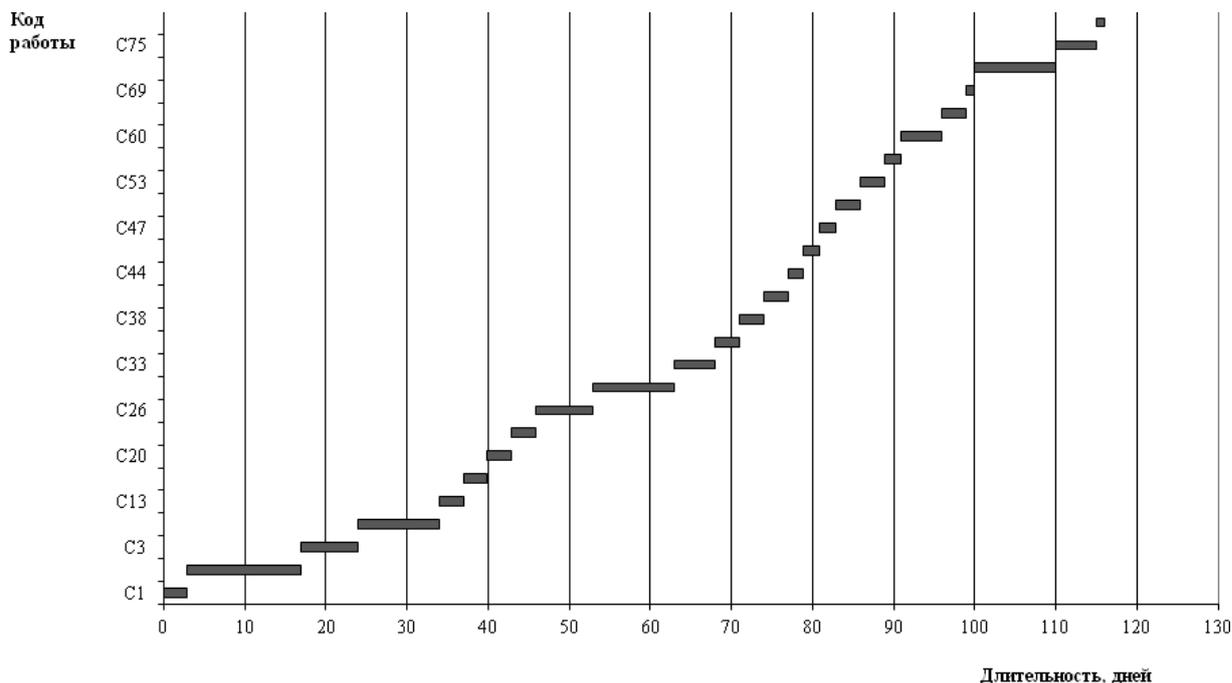


Рис. 4. Диаграмма Ганта проекта для этапа строительства помещения
 На графике показаны сроки выполнения всех критических работ построенной сетевой модели.

Результаты исследования. Таким образом, предложена процедура сетевого моделирования для реализации процесса инвестиционного проектирования и рассмотрен конкретный практический пример расчета сетевой модели инвестиционного проектирования. В результате моделирования построен сетевой график процесса инвестиционного проектирования для этапа строительства помещения, проведен его анализ и осуществлен расчет временных параметров сетевой модели. Определена продолжительность критического пути, определены резервы времени работ проекта. Наличие положительного резерва времени для конкретной работы указывает на возможность изменения сроков ее исполнения без увеличения критического (оптимального) времени реализации инвестиционного проекта в целом. Наличие нулевого резерва указывает на возможность осуществления проекта точно по календарному графику, соответствующему критическому пути и критическому времени. Наличие отрицательного резерва времени указывает на возможность отставания от календарного графика. Знания о наличии резервов времени позволяют оптимально руководить процессами начала или оконча-

ния каких-либо работ. В результате моделирования исходный допустимый путь реализации рассматриваемого инвестиционного проекта, равный 352 дням, сократился до 116 дней. Продолжительность этапа строительства уменьшилась на 236 дней ($352 - 116 = 236$), или на 67 %.

Отметим, что последовательное выполнение функций инвестиционного проектирования, заложенное в методах сетевого планирования и управления и основанное на информационной поддержке инвестиционных решений, позволяет оптимально управлять инвестиционными проектами на всех стадиях их реализации. Эффективное планирование и управление процессом инвестиционного проектирования сокращает общую продолжительность выполнения всего комплекса необходимых работ, уменьшая число сбоев из-за несогласованности используемых ресурсов, а за счет снижения суммарной потребности в ресурсах соответственно снижается общая стоимость проекта.

Выводы. Предлагаемое новое использование сетевого моделирования в качестве инструментария для решения задач управления процессом инвестиционного проек-



тирования в деятельности хозяйствующего субъекта является эффективным способом оптимизации управления процессом инвестиционного проектирования. Полученные результаты способствуют повышению эффективности работы хозяйствующего субъекта, что, в свою очередь, ведет к росту конкурентоспособности компании и могут

быть положены в основу разработки компьютерного программного комплекса по управлению инвестиционным проектированием с помощью современных сред программирования.

Статья подготовлена при поддержке Российского научного фонда (грант № 15-18-10014).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гончаров В.И. Инвестиционное проектирование. Минск: Современ. шк., 2010. 320 с.
2. Шориков А.Ф., Буценко Е.В. Экспертная система инвестиционного проектирования // Прикладная информатика. 2013. № 5(47). С. 96–104.
3. Беквит Г. Продавая незримое. Руководство по современному маркетингу услуг. М.: Альпина Паблишер, 2012. 224 с.
4. Чан Ким У. и др. Лучшая практика по стратегии. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. 880 с.
5. Юрьев В.М., Растегаева Ф.С. и др. Специфика реализации инвестиционно-инновационной деятельности на современном этапе // Диалектика инвестиционных и инновационных процессов в российской экономике. Кн. 2. Тамбов: Изд-во ТГУ им. Г.Р. Державина, 2009. 257 с.
6. Клименко А., Клименко Э. Портфель проектов. Инструмент стратегического управления предприятием. М.: Альпина Паблишер, 2013. 312 с.
7. Мазур И.И., Шапиро В.Д. и др. Управление проектами. 6-е изд. М.: Омега-Л, 2010. 960 с.
8. Мередит Дж., Мантел С. Управление проектами. СПб.: Питер, 2014. 640 с.
9. Ильясов Б.Г., Макарова Е.А., Зимина Г.А. Управление реализацией инвестиционных проектов на основе методов имитационного моделирования и нейросетевых технологий. Уфа: ГИЛЕМ, 2010. 240 с.
10. Кремер Н.Ш., Путко Б.А., Тришин И.М., Фридман М.Н. Исследование операций в экономике. М.: Юнити, 2002. 407 с.
11. Новиков Д., Кузнецов О. Сетевые модели в управлении. М.: Эгвес, 2011. 411 с.
12. Сартакова Е.Е. Сетевая модель управления образовательным учреждением // Современные научные исследования и инновации. 2012. № 11. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2012/11/18427> (дата обращения: 30.05.2015).
13. Таха Хемди А. Введение в исследование операций: пер. с англ. 7-е изд. М.: Изд. дом «Вильямс», 2005. 912 с.
14. Филипс Д., Гарсиа-Диас А. Методы анализа сетей: пер. с англ. М.: Мир, 1984. 496 с.
15. Зуховицкий С.И., Радчик И.А. Математические методы сетевого планирования. М.: Наука, 1965. 296 с.

REFERENCES

1. Goncharov V.I. Investitsionnoe proektirovanie. Minsk: Sovremennaiia shkola, 2010. 320 s. (rus)
2. Shorikov A.F., Butsenko E.V. Ekspertnaia sistema investitsionnogo proektirovaniia. *Prikladnaia informatika*. 2013. № 5(47). S. 96–104. (rus)
3. Bekvit G. Prodavaia nezrimoe. Rukovodstvo po sovremennomu marketingu uslug. M.: Al'pina Pablisher, 2012. 224 s. (rus)
4. Chan Kim U. i dr. Luchshaia praktika po strategii. M.: Mann, Ivanov i Ferber, 2014. 880 s. (rus)
5. Iur'ev V.M., Rastegaeva F.S. i dr. Spetsifika realizatsii investitsionno-innovatsionnoi deiatel'nosti na sovremennom etape. *Dialektika investitsionnykh i innovatsionnykh protsessov v rossiiskoi ekonomike*. Kn. 2. Tambov: Izd-vo TGU im. G.R. Derzhavina, 2009. 257 s. (rus)
6. Klivenko A., Klivenko E. Portfel' proektov. Instrument strategicheskogo upravleniia predpriatiem. M.: Al'pina Pablisher, 2013. 312 s. (rus)
7. Mazur I.I., Shapiro V.D. i dr. Upravlenie proektami. 6-e izd. M.: Omega-L, 2010. 960 s. (rus)
8. Meredit Dzh., Mantel S. Upravlenie proektami. SPb.: Piter, 2014. 640 s. (rus)
9. Il'iasov B.G., Makarova E.A., Zimina G.A. Upravlenie realizatsiei investitsionnykh proektov na osnove metodov imitatsionnogo modelirovaniia i neirosetevykh tekhnologii. Ufa: GILEM, 2010. 240 s. (rus)
10. Kremer N.Sh., Putko B.A., Trishchin I.M., Fridman M.N. Issledovanie operatsii v ekonomike. M.: Iuniti, 2002. 407 s. (rus)
11. Novikov D., Kuznetsov O. Setevye modeli v upravlenii. M.: Egves, 2011. 411 s. (rus)
12. Sartakova E.E. Setevaia model' upravleniia obrazovatel'nym uchrezhdeniem. *Sovremennye nauchnye issledovaniia i innovatsii*. 2012. № 11. URL: <http://web>

snauka.ru/issues/2012/11/18427 (data obrashcheniia: 30.05.2015). (rus)

13. **Takha Khemdi A.** Vvedenie v issledovanie operatsii: per. s angl. 7-e izd. M.: Izd. dom «Vil'iams», 2005. 912 с. (rus)

14. **Filips D., Garsia-Dias A.** Metody analiza setei: per. s angl. M.: Mir, 1984. 496 с. (rus)

15. **Zukhovitskii S.I., Radchik I.A.** Matematicheskie metody setevogo planirovaniia. M.: Nauka, 1965. 296 с. (rus)

БУЦЕНКО Елена Владимировна – доцент Уральского государственного экономического университета, кандидат экономических наук.

620144, ул. 8 Марта, д. 62, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: evl@usue.ru

BUTSENKO Elena V. – Urals State University of Economics.

620144. March 8 str. 62. Ekaterinburg. Russia. E-mail: evl@usue.ru

ШОРИКОВ Андрей Федорович – профессор Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, доктор физико-математических наук.

620002, ул. Мира, д. 19, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: afshorikov@mail.ru

SHORIKOV Andrei F. – Ural Federal University named after first president of Russia B.N. Yeltsin.

620002. Mira str. 19. Ekaterinburg. Russia. E-mail: afshorikov@mail.ru
