

К ВОПРОСУ О ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

Д.Д. Шибикин

Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск, Россия

Рассматривается актуальная проблема оценки организационных механизмов реализации и способ распределения ограниченных ресурсов на инвестиционно-строительном этапе проекта. С помощью инструментов управления сетевой моделью производится оптимизация экономических ресурсов.

В исследовании обозначен процесс инвестиционного проектирования, определены основные этапы, показан процесс оптимизации крупномасштабного инвестиционного проекта с использованием специального инструментария. Для решения данной задачи предложен метод сетевого планирования. Данная модель соответствует рассматриваемому процессу и позволяет реализовать эффективную для лица, принимающего решения, организацию работ по инвестиционному проектированию крупномасштабного проекта.

Полученные в результате исследования выводы доказывают, что использование сетевого моделирования в качестве инструментария для решения проблемы управления процессом инвестирования в крупномасштабный проект способствует повышению эффективности распределения денежных потоков и ведет к снижению расходов в целом. Результаты исследования могут быть использованы государством и частным бизнесом, осуществляющим инвестиционную деятельность и стремящимся оптимизировать свои ресурсы, такие как время и деньги.

Расчеты модели демонстрируются на примере крупномасштабного инвестиционного железнодорожного проекта (КИП) «материк – о. Сахалин». Рассматриваются институциональные аспекты оценки КИП и оценка как необходимые элементы системного анализа. Спустя десятилетия данный проект становится все более реальным. Актуальность данного исследования подтверждается словами Владимира Владимировича Путина в ходе прямой трансляции, в которой он сказал об активизации строительства моста на остров Сахалин и выделении средств в размере 1 млрд рублей. Соответственно, необходимо выбрать подходящую модель реализации проекта. Решение по данному вопросу приведено в данной статье.

Ключевые слова: сетевое моделирование, управление проектами, Парето-оптимальность, техническая эффективность, «материк – о. Сахалин», «равномерный» календарный план, «правый» календарный план, «левый» календарный план.

На микроуровне альтернатива *М4* (мост + дорога, 4 года) и организационный механизм ее реализации *ОЭМ ГП* (предполагающий государственно-частное партнерство на всех этапах проекта), выбранные (как наиболее предпочтительные) на предшествующих этапах, подвергаются дальнейшей детализации [1].

Предположим, что *Инвестор*, получив от проектировщиков технорабочий проект, провел среди строительных организаций транспортного профиля тендер на строительство железной дороги и мостового перехода через пролив Невельского, и по итогам тендера генеральным подрядчиком стала корпорация «Трансстрой» (далее – *Генподрядчик*). Допустим также, что эта корпорация из входящих в нее разнопрофильных организаций сформировала единую строительную структуру (назовем ее *Подрядчик*), которая должна к заданному сроку построить и сдать в эксплуатацию железнодорожную линию «материк – о. Сахалин» [1].

Постановка задачи оценки *КИП* «материк – о. Сахалин» на микроуровне в решающей степени определяется тем, что этот проект уникален не только по сложности, но и по объемному цензу (сметной стоимости годового объема строительных работ) *Подрядчика*. Для исполнения проекта за 4 года строители должны «осваивать» в среднем не менее 135 млрд руб. (в ценах 2018 г.) за год. Примерно столько (28,75 млрд руб. в ценах 2018 г.) ежегодно осваивал Главбамстрой при строительстве БАМ в 1974–1989 гг. [2]. При этом финансирование строительства БАМ шло через МПС, т. е. деньги были государственные, и оплата производилась не за БАМ в целом после при-

емки его в эксплуатацию по пусковому комплексу в 1989 году, а по фактически выполненным работам ежеквартально [3]. Это означает, что, во-первых, происходило беспроцентное кредитование подрядчика (Главбамстроя), и во-вторых, у Главбамстроя не было жесткого финансового ограничения по уровню собственных оборотных средств, связываемых в незавершенном строительстве, хотя такое ограничение было у государственного бюджета, который через МПС финансировал строительство БАМ. А поскольку в бюджете страны в последние годы существования СССР денег систематически не хватало, это ограничение срабатывало и БАМ регулярно «недофинансировался» [4]. В результате стройка останавливалась, бригады строителей, машины и механизмы простаивали, технология работ нарушалась. Затем, когда деньги появлялись, следовала «штурмовщина» с неустраняемыми при всяком штурме потерями в качестве [5], переплатами за сверхурочные работы, неэффективным использованием техники и прочими непроизводительными издержками [1].

В рыночной экономике роль государства существенно изменилась, отражением этого факта является выбор ОЭМ *ГП* при оценке проекта на мезоуровне. Для более детального описания ОЭМ *ГП* на микроуровне мы предполагаем, что [1]:

- корпорация «Трансстрой» [6] является генподрядчиком не только по рассматриваемому проекту, но и по другим одновременно выполняемым стройкам с общим годовым объемом работ, в 5 раз превышающим годовой объем по проекту «материк – о. Сахалин»¹;
- расчетный счет корпорации регулярно пополняется при оплате работ, выполненных на других объектах; кроме того, корпорация имеет возможность привлекать кредиты, в том числе – иностранные;
- ориентируясь на собственные возможности, *Генподрядчик* определяет для *Подрядчика* лимит среднегодового (за период строительства) уровня оборотных средств, связываемых в незавершенном строительстве;
- в случае недоиспользования указанного лимита *Генподрядчик* размещает свободные средства на рынке капиталов и убытков не несет;
- в случае превышения лимита оборотных средств *Подрядчик* покрывает строительные затраты за счет кредита по рыночной ставке, превышающей номинальную дисконтную ставку, что увеличивает издержки *Подрядчика*.

Перед *Подрядчиком* возникает проблема: разработать такой проект организации работ и координирования деятельности специализированных подразделений, чтобы не превысить лимит сметной стоимости и срок завершения строительства, оговоренные в договоре *Генподрядчика* (от лица которого действует *Подрядчик*) с *Инвестором*, минимизировать строительные расходы. Это означает максимизацию прибыли *Подрядчика* от участия в проекте, поскольку его доход зафиксирован договором [1, 7].

Модель денежного потока в форме простейшей сети-цепочки, примененная на мезоуровне для оценки альтернатив *Инвестором*, недостаточно информативна для микроуровня; *Подрядчика* не интересуют доходы, которые получит *Инвестор* в процессе эксплуатации объекта, его проблема заключается в минимизации строительных затрат. Поэтому модель мезоуровня должна быть трансформирована в сетевую модель комплекса строительных работ (операций), в которой денежный поток (затрат) генерируется календарным планом строительства [8]. Понятно, что сетевая модель на этом этапе должна быть укрупненной, поскольку она предназначается не для оперативного управления ходом строительства, а для прогнозирования развития строительного процесса во времени с учетом влияния основных технологических ограничений на параметры денежного потока [1].

Постановка задачи *Подрядчика*. Предположим, что в рамках заключенного *Подрядчиком* с *Генподрядчиком* договора фиксированы [1]:

- срок окончания строительства железной дороги в целом T_d ;
- конструктивные решения по объектам строительства;
- режим оплаты генеральным подрядчиком сметной стоимости работ в период строительства;
- сметная стоимость объекта в целом как фиксированная сумма сметных стоимостей работ.

¹ По международным стандартам такое соотношение является необходимым условием участия корпорации в конкурсе за подряд на строительство столь крупного объекта.

Кроме того, с *Генподрядчиком* согласован сетевой график строительства дороги и моста. Это означает, что, рассмотрев сетевой график [9], разработанный *Подрядчиком*, *Генподрядчик*, во-первых, согласился с допустимостью отраженных в нем организационно-технологических решений, и во-вторых, выразил готовность оплатить затраты подрядчика *после* приемки готовых объектов в оговоренных контрактом объемах и сроках. Отсюда следует, что *Инвестор* оплачивает подготовленную к эксплуатации дорогу без промежуточных платежей, а *Подрядчик* ведет строительство за счет лимита оборотных средств, выделенных *Генподрядчиком*, прибегая при необходимости к банковским кредитам² [1].

При указанных условиях перед *Подрядчиком* возникает проблема выбора рационального календарного плана производства работ на объектах строительства. Будем в дальнейшем полагать, что критерием рациональности допустимых календарных планов [10] является минимум издержек *Подрядчика* на строительство объектов, входящих в состав *только* проекта «материк – о. Сахалин». Другими словами, мы предполагаем, что *Подрядчик* не строит никакие объекты вне рассматриваемого проекта. Допустим также, что *Подрядчик* ведет все работы только собственными силами. Тогда он должен из ограниченных собственных финансовых ресурсов покрывать затраты на незаконченное строительство так, чтобы, не нарушая технологические ограничения, гарантировать завершение строительства объекта в договорный срок. Предполагается, что договорные санкции за нарушение *Подрядчиком* срока завершения строительства запретительно высоки [1].

Формализуем проблему³. Предположим, что известна укрупненная сетевая модель строительного проекта, то есть ориентированный граф без контуров (сеть) $G = (X, \Omega)$, где X – множество вершин (событий), Ω – множество дуг (работ) сети G . Заданы ранняя возможная дата начала строительства объекта T_0 и срок завершения строительства объекта T_d . Для каждой работы $(i, j) \in \Omega$ определены сметная себестоимость c_{ij} (сметная стоимость за вычетом нормативной прибыли) и продолжительность t_{ij} (в принятых единицах времени), целое число [1].

Нужно найти календарный план строительства объекта: $\mathbf{x} = (T_{ij} \mid (i, j) \in \Omega)$, где T_{ij} – срок начала работы (i, j) [1].

Искомый календарный план должен удовлетворять следующим условиям:

$$T_0 \leq T_{ij} \leq T_d, \quad (i, j) \in \Omega; \quad (1)$$

$$T_{ij} + t_{ij} \leq T_{jk}, \quad (i, j) \in \Omega, \quad (j, k) \in \Omega; \quad (2)$$

$$T_{ij} \text{ целые, } (i, j) \in \Omega. \quad (3)$$

Пусть $t \in \{T_0 + 1, \dots, T_d\}$ и $\mathbf{x} = (T_{ij} \mid (i, j) \in \Omega)$ – произвольный календарный план, удовлетворяющий условиям (1)–(3). Опишем множество работ, происходящих в единичный период $[t - 1; t]$ при плане \mathbf{x} [1]:

$$\Omega_t(\mathbf{x}) = \{(i, j) \in \Omega \mid t \leq T_{ij} + t_{ij}, T_{ij} < t\} = \{(i, j) \in \Omega \mid t - t_{ij} \leq T_{ij} \leq t - 1\}. \quad (4)$$

Предположим, что финансовые ресурсы *Подрядчика* на каждой работе $(i, j) \in \Omega$ расходуются равномерно в течение ее выполнения. Тогда интенсивность использования средств на работе (i, j) не зависит от календарного плана и равна c_{ij} / t_{ij} . Потребность в оборотных средствах на строительство рассматриваемого объекта в промежутке $[t - 1; t]$ при календарном плане \mathbf{x} описывается следующим образом [1]:

$$F_t(\mathbf{x}) = \sum_{(i, j) \in \Omega_t(\mathbf{x})} \frac{c_{ij}}{t_{ij}}. \quad (5)$$

Пусть $A(t)$ – величина оборотных средств, предназначенных *Подрядчиком* для покрытия осуществляемых в промежутке $[t - 1; t]$ затрат на строительство объекта. Введем обозначения для моментов начала и конца строительства при плане \mathbf{x} [1]:

$$T_0(\mathbf{x}) = \min\{T_{ij} \mid (i, j) \in \Omega\}, \quad T_1(\mathbf{x}) = \max\{T_{ij} + t_{ij} \mid (i, j) \in \Omega\}. \quad (6)$$

² Это сильное предположение на практике реализуется редко, обычно оплата работ ведется по этапам, но мы оставляем это предположение для упрощения модели и выявления ее экономического содержания.

³ Формализация выполнена на основе идей работ [11], [12].

Величина $\rho(\mathbf{x}) = \sum_{t=T_0(\mathbf{x})+1}^{T_1(\mathbf{x})} |F_t(\mathbf{x}) - A(\mathbf{x})|$ характеризует «финансовую неравномерность» (далее

аритмия) процесса строительства при плане \mathbf{x} , возникающую из-за несовпадения потребности в оборотных средствах в периоде $[t - 1; t]$ и их наличия у *Подрядчика*; аритмию $\rho(\mathbf{x})$ желательно минимизировать [1].

Величину связывания оборотных средств *Подрядчика* (далее – связывание) при плане \mathbf{x} характеризует величина $\sigma(\mathbf{x}) = \sum_{t=T_0(\mathbf{x})+1}^{T_d} (T_d - t)F_t(\mathbf{x})$, которую тоже хотелось бы уменьшить⁴ [1].

Можно выбрать критерий оптимальности следующим образом [1]:

$$\begin{cases} \rho(x) \rightarrow \min, \\ \sigma(x) \rightarrow \min. \end{cases} \quad (7)$$

Имеем векторный критерий оптимальности $(\rho(\mathbf{x}), \sigma(\mathbf{x}))$, компоненты которого, вообще говоря, несогласованны: календарные планы, оптимальные по одному из указанных критериев, в общем случае не оптимальны по другому критерию. Укажем два подхода к нахождению предпочтительного (компромиссного) плана [1].

Первый подход. Критерии $\rho(\mathbf{x})$ и $\sigma(\mathbf{x})$ имеют одинаковую размерность (руб.×год) и по сути являются ресурсно-технологическими. В пространстве этих критериев существует область, образованная календарными планами, допустимыми по условиям (1)–(3). «Юго-западную» границу этой области образуют точки, соответствующие планам, оптимальным по Парето [13]. Компромиссный план находится посредством скаляризации критерия (7) через введение дополнительной (внемодельной) экономической информации в виде взвешивающих коэффициентов при слагаемых, входящих в функции $\rho(\mathbf{x})$ и $\sigma(\mathbf{x})$ [1].

А именно, $\rho(\mathbf{x})$ заменим на

$$R(\mathbf{x}) = \sum_{t=T_0(\mathbf{x})+1}^{T_1(\mathbf{x})} |F_t(\mathbf{x}) - A(t)| \cdot \psi_t(\mathbf{x}), \quad (8)$$

где $\psi_t(\mathbf{x})$ – «цена несовпадения» потребности в финансовых ресурсах и их наличия у *Подрядчика* в периоде t при плане \mathbf{x} [1]:

$$\psi_t(\mathbf{x}) = \begin{cases} \psi_t^1, & \text{если } F_t(\mathbf{x}) \geq A(t), \\ \psi_t^2, & \text{если } F_t(\mathbf{x}) < A(t). \end{cases} \quad (9)$$

Компоненту $\sigma(\mathbf{x})$ заменим на

$$S(\mathbf{x}) = \sum_{t=T_0+1}^{T_d} (1+r)^{-t} F_t(\mathbf{x}), \quad (10)$$

где r – ставка приведения разновременных затрат к моменту начала строительства.

Будем считать предпочтительным тот допустимый календарный план \mathbf{x} , который минимизирует скалярный критерий

$$[R(\mathbf{x}) + S(\mathbf{x})], \quad (11)$$

понятно, что этот календарный план лежит на кривой Парето [1].

⁴ Экономический смысл связывания средств в общем случае состоит в том, что если оборотные активы любой организации вкладываются на определенный срок в осуществление какого-либо проекта и не дают денежной прибыли организации до момента завершения проекта, то организация заинтересована в сокращении срока реализации проекта, так как это уменьшает период отвлечения оборотных активов организации в данный проект и позволяет высвободившиеся средства вложить в другие, не менее эффективные проекты [1].

* * *

Построим укрупненную сетевую модель процесса строительства железной дороги и моста за 4 года в соответствии с альтернативой *М4*. Предварительно оговорим организационно-экономические предпосылки, которые определяют структуру модели и значения ее параметров. Перейдем от календаря в годах, использованного на мезоуровне, к календарю в кварталах; период строительства равен 16 кварталам. Капитальные затраты будем измерять не в миллиардах, как на макроуровне, а в миллионах долларов [1].

Подрядчик планирует осуществлять строительство в четыре потока (луча).

Первый поток: строительство железной дороги от ст. Селихин до середины участка Селихин – Черный мыс, сметная стоимость 102 млрд руб. в ценах 2018 г.

Второй поток: строительство железной дороги от моста до середины участка Селихин – мыс Лазерва, сметная стоимость 102 млрд руб. в ценах 2018 г.

Третий поток: возведение моста через пролив Невельского, сметная стоимость 253 млрд руб. в ценах 2018 г.

Четвертый поток: строительство железной дороги от моста до станции Ныш на Сахалине, сметная стоимость 83 млрд руб. в ценах 2018 г.

Допустим, что за каждым потоком закреплены мощности подразделений **Подрядчика**, величина которых определяет общую длительность выполнения соответствующих работ. Предположим, что интенсивность освоения сметных средств на каждом потоке постоянна. Тогда, разделив сметную стоимость потока на его длительность, найдем *интенсивность потока* – сметную стоимость работ, выполняемых в каждом квартале. Информация о строительных потоках сведена в табл. 1 [1].

Таблица 1

Характеристики строительных потоков

Номер потока	Сметная стоимость (млн долл.) [14]	Длительность (квартал)	Резерв времени (квартал)	Интенсивность (млн долл./квартал)
1	102	7	9	15
2	102	7	9	15
3	253	16	0	16
4	83	2	14	42

На рис. 1 приведена сетевая модель проекта, в которой потокам 1, 2, 3, 4 сопоставлены дуги-работы (1, 2), (1, 3), (1, 5), (1, 4) соответственно; работа (i, j) имеет длительность t_{ij} и сметную стоимость c_{ij} . Ясно, что технологически строительные работы по всем 4 лучам могут быть начаты одновременно и производиться с заданной интенсивностью. Критический путь (1, 5) наибольшей длины определяет срок завершения всего строительства. Некритические работы, входящие в остальные три луча, имеют резервы времени. В границах этих резервов не критические работы (целиком, без разрывов) могут сдвигаться вправо по календарной шкале до тех пор, пока резервы времени не будут использованы полностью. Таковы степени свободы, в рамках которых работы могут независимо перемещаться, образуя совместно с критическим путем различные технологически допустимые календарные планы. На рис. 1 изображен «левый» календарный план строительства x^0 , при котором все работы начинаются как можно раньше [1].

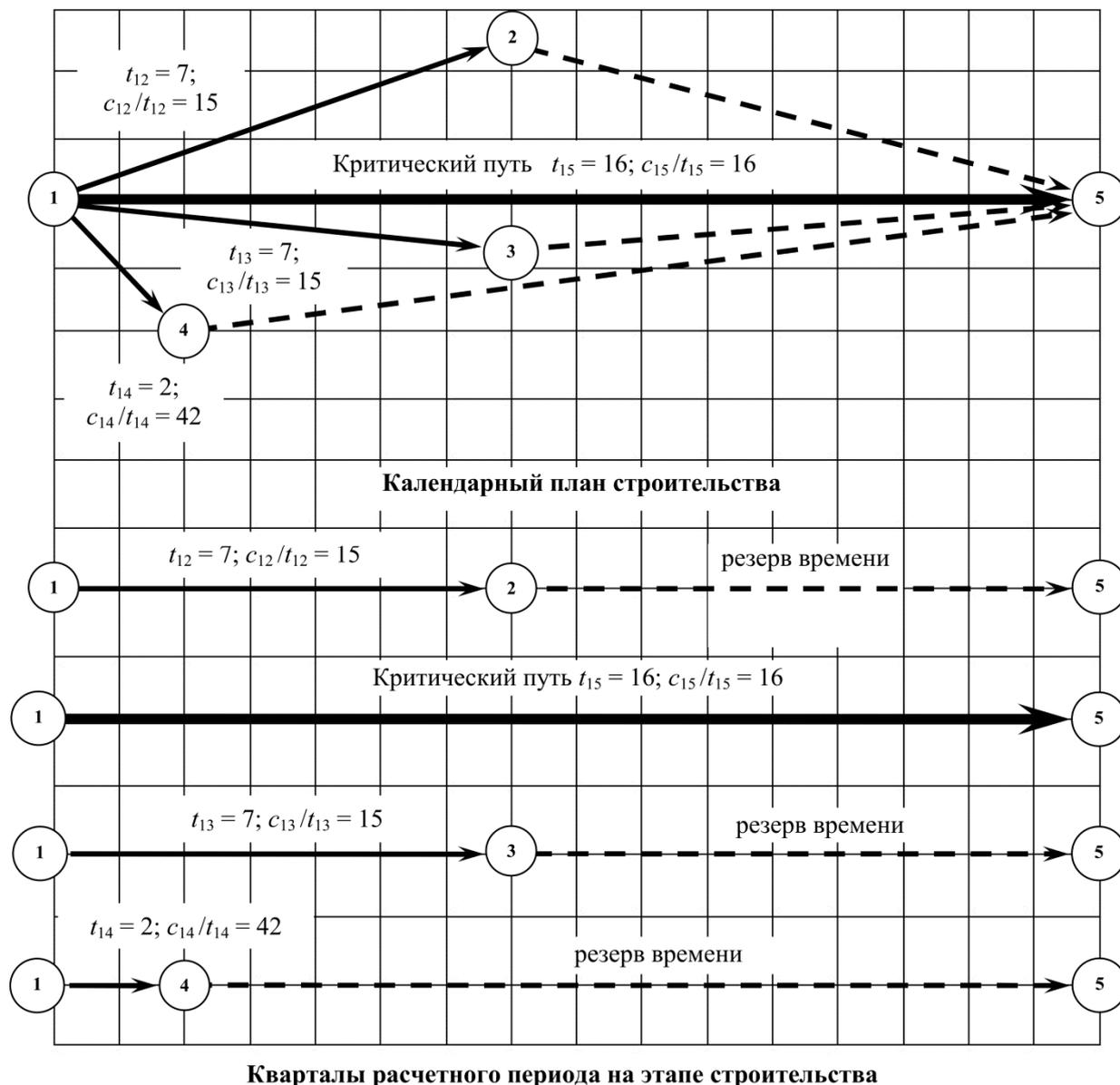


Рис. 1. Сетевая модель и «левый» календарный план строительства

Задача состоит в том, чтобы из числа допустимых выбрать наиболее предпочтительный календарный план. Для выбора такого плана в рамках принятой выше постановки мы используем критерии $R(x)$ и $S(x)$. Чтобы минимизировать связывание средств $S(x)$ с учетом фактора времени, все работы, имеющие резервы, должны начинаться как можно позже, что соответствует «правому» [15] плану x^1 , оптимальному по критерию $S(x)$. Однако этот план порождает неравномерную (по интервалам расчетного периода) потребность в финансовых средствах, необходимых для обеспечения бесперебойного хода строительных работ. В результате возникает ущерб от аритмии $R(x^1)$, связанный как с недостатком финансовых ресурсов в некоторых кварталах (когда *Подрядчик* прибегает к внешнему кредитованию), так и с излишком оборотных средств (когда происходят потери упущенной выгоды). Необходимо сформировать план, минимизирующий сумму указанных выше потерь. Решение проблемы проиллюстрируем с помощью рис. 2–4. На этих рисунках над дугами-работами указаны поквартальные сметные затраты [1].

На рис. 2 изображен безрезервный «правый» план x^1 . Время на микроуровне измеряется в кварталах, следовательно, при сроке строительства 4 года $t \in \{1, \dots, 16\}$. Пусть годовая ставка дисконта равна 10 %. Соответствующая квартальная ставка r вычисляется следующим образом: $r = \sqrt[4]{1,1} - 1 \approx 0,024$. Поквартальный график потребности в оборотных средствах при плане x^1 построен в нижней части рис. 2. По формуле (10) при $T_0(x^1) = 0$ и $T_d = 16$ найдем приведенные затраты **Подрядчика** при плане x^1 : $S(x^1) \approx 418,70$ млрд руб. в ценах 2018 г. [1].

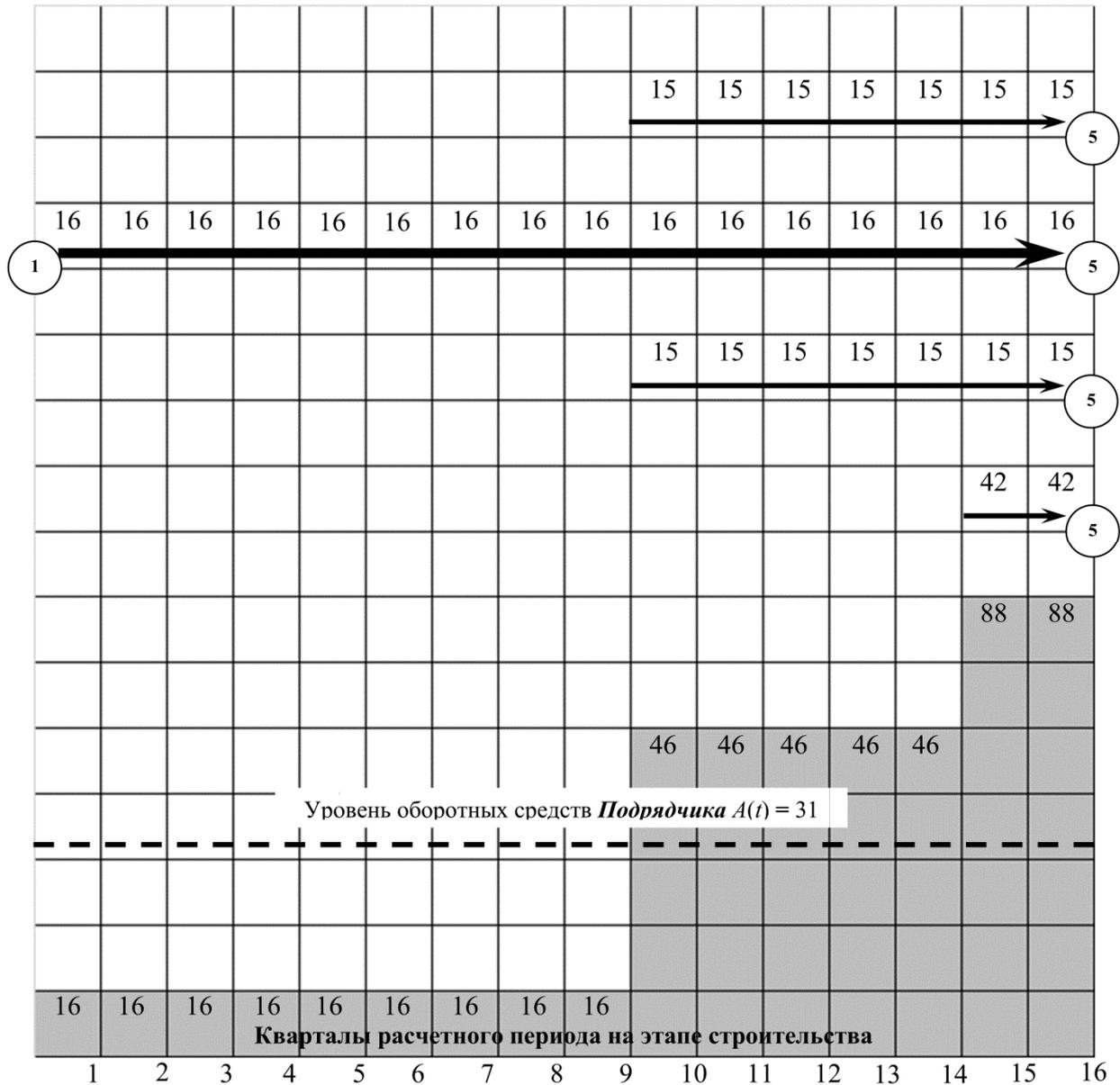


Рис. 2. «Правый» календарный план строительства

Допустим, что при избытке собственных оборотных средств **Подрядчик** не несет издержек упущенной выгоды, так как размещает свободные средства на рынке по квартальной ставке не ниже 2,5 %, а при недостатке средств вынужден их заимствовать по спекулятивной квартальной ставке 9 %.

Управление в социально-экономических системах

Положим, $\psi_t^1 = 0$ для всех t и $\psi_t^2 = 1,09^{-t}$ в (9). Это значит, что при оценке ущерба от аритмии мы не учитываем избыток оборотных средств, а недостаток оборотных средств дисконтируем к началу расчетного периода с нормой приведения 9 %. Применив формулу (8) при $T_0(\mathbf{x}^1) = 0$ и $T_1(\mathbf{x}^1) = 16$, найдем издержки ликвидации аритмии при «правом» плане: $R(\mathbf{x}^1) \approx 56,87$ млрд руб. в ценах 2018 г. [1].

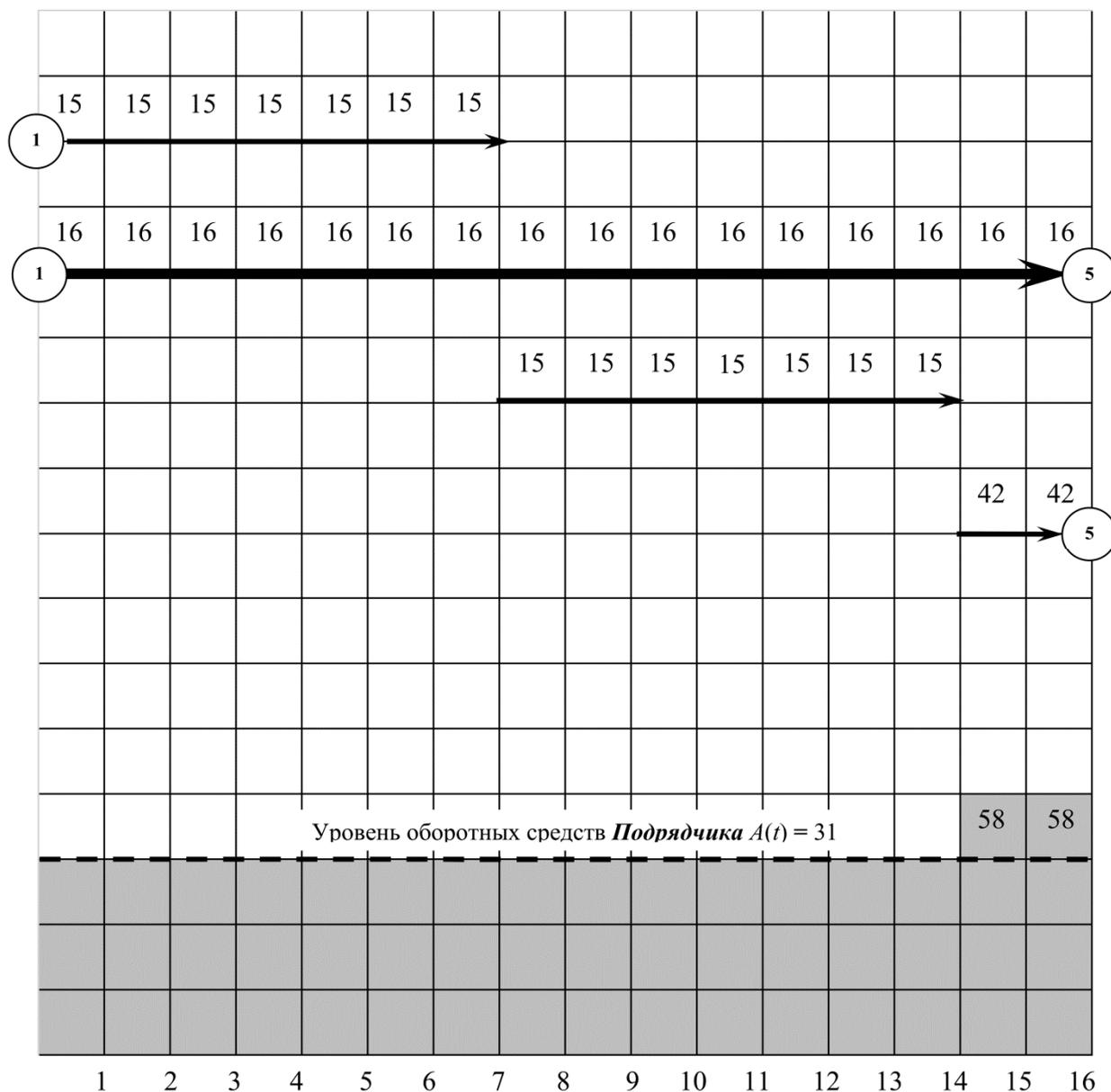


Рис. 3. «Равномерный» календарный план строительства

Подставим в (11) значения $S(\mathbf{x}^1)$ и $R(\mathbf{x}^1)$: $R(\mathbf{x}^1) + S(\mathbf{x}^1) \approx 475,56$ млрд руб. в ценах 2018 г. [1]. План \mathbf{x}^2 лучше плана \mathbf{x}^1 по критерию (11), однако на рис. 4 указан еще лучший план.

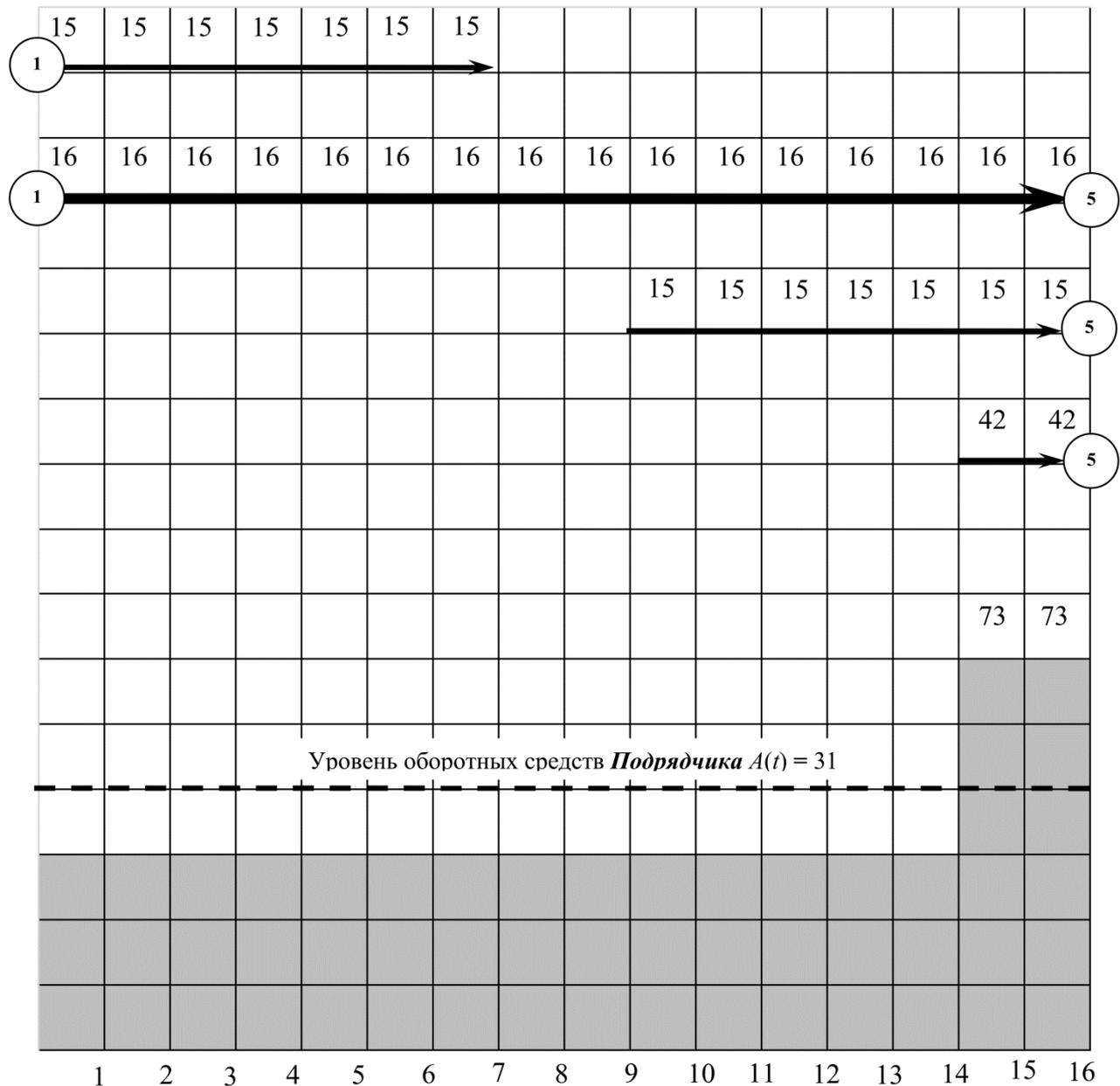


Рис. 4. «Компромиссный» календарный план строительства

Подставляя значения, полученные при «компромиссном» плане x^3 , в формулу (10) при $T_0(x^3) = 0$, $T_d = 16$ и $r = 0,024$, найдем $R(x^3) \approx 437,08$ млрд руб. в ценах 2018 г. При $\psi_t^1 = 0$ для всех t , $\psi_t^2 = 1,09^{-t}$, $T_0(x^3) = 0$ и $T_1(x^3) = 16$ дает $S(x^3) \approx 22,11$ млрд руб. в ценах 2018 г. Следовательно, $R(x^3) + S(x^3) \approx 459,19$ млрд руб. в ценах 2018 г.

Ниже мы прокомментируем полученный результат.

Выше, сравнивая календарные планы, мы применяли критерий (7), используя, в соответствии с формулами (9) и (10), взвешивающие коэффициенты ψ_t^1 , ψ_t^2 и $(1+r)^{-t}$ [1].

Каждому календарному плану x можно сопоставить точку $(\rho(x), \sigma(x))$ в координатах (ρ, σ) (рис. 5). Календарному плану, полученному с помощью имитации и наиболее предпочтительному по критерию (7), соответствует одна из эффективных (Парето-оптимальных) точек на кривой Парето AB [1, 15].

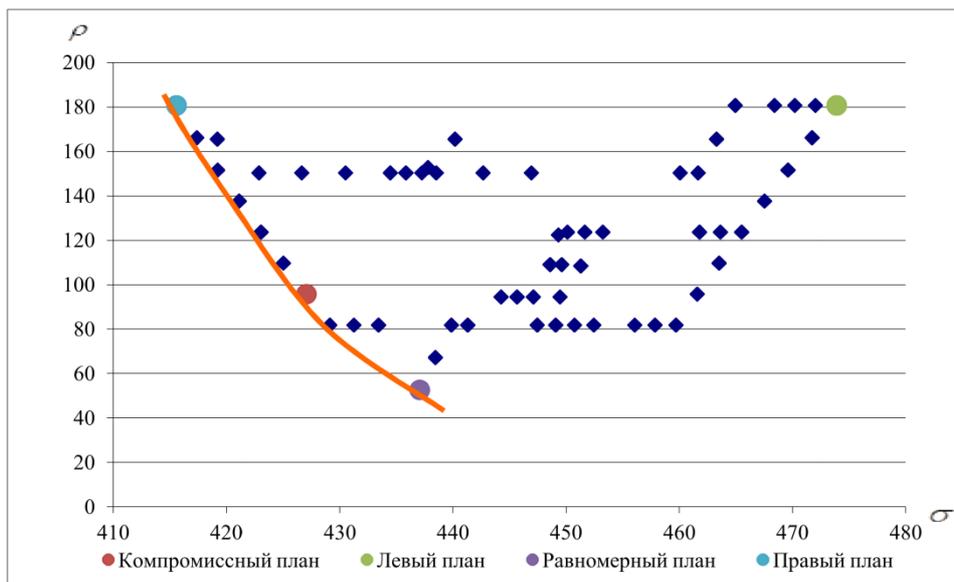


Рис. 5. Эффективные по Парето календарные планы, полученные с помощью имитации

Сведем для удобства все полученные результаты в табл. 2.

Таблица 2

Сводная

№	Календарный план	$R(x) + S(x)$ млрд руб. в ценах 2018 г.
1	«Левый» x^0	632,17
2	«Правый» x^1	475,56
3	«Равномерный» x^2	459,48
4	«Компромиссный» x^3	459,19

Выражаю благодарность своему научному руководителю Евгению Борисовичу Кибалову за ценные советы при планировании исследования и рекомендации по оформлению статьи.

Литература

1. Системный анализ ожидаемой эффективности крупномасштабных инвестиционных проектов на железнодорожном транспорте: учеб. пособие / Е.Б. Кибалов, С.В. Минин, В.П. Нехорошков и др. – Новосибирск: Сибир. гос. ун-т путей сообщения, 2007. – 155 с.

2. 40 лет БАМу. Специальный проект ИТАР-ТАСС. – <https://tass.ru/bam-40> (дата обращения: 15.05.2018).

3. Коммерсантъ Власть 25-2014. – https://books.google.ru/books?id=al_CQAAQBAJ&pg=PA57&lpg=PA57&dq=%D1%84%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5+%D0%91%D0%90%D0%9C+%D1%88%D0%BB%D0%BE+%D1%87%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B7+%D0%9C%D0%9F%D0%A1&source=bl&ots=D6t3D45dMe&sig=iR53teXBjRCQalr5khzPYTzvz4o&hl=ru&sa=X&ved=2ahUKEwi22_OPifvdAhXxtIsKHfhUDZMQ6AEwAHoECAkQAQ#v=onepage&q&f=false (дата обращения: 15.05.2018).

4. Слышишь – время гудит: БАМ. – <http://portal-kultura.ru/articles/history/49501-slyshish-vremya-gudit-bam/?print=Y&CODE=49501-slyshish-vremya-gudit-bam> (дата обращения: 15.05.2018).

5. БАМ научил работать с людьми, отстаивать правоту, следовать принципам. – <https://www.nsk.kp.ru/daily/26267.5/3145319/> (дата обращения: 15.05.2018).

6. Транспстрой устремился в Сибирь – Газета Коммерсантъ № 171 (2301) от 20.09.2001. – <https://www.kommersant.ru/> (дата обращения: 15.05.2018).

7. Информационные технологии организации бизнеса. – <http://khpi-iip.mipk.kharkiv.edu/library/itob/itob10.html> (дата обращения: 15.05.2018).

8. Гусаков, А.М. Системный анализ ожидаемой эффективности крупномасштабных инвестиционных проектов на железнодорожном транспорте: учеб.-метод. пособие / А.М. Гусаков, Г.И. Прокофьева, Т.И. Романова. – Томск: Томский гос. архитектур.-строит. ун-т, 2015. – 94 с.

9. Сетевой метод планирования. – [://studme.org/1806020323749/medzhment/setevoy_metod_planirovaniya](http://studme.org/1806020323749/medzhment/setevoy_metod_planirovaniya) (дата обращения: 15.05.2018).

10. Календарное планирование строительства. – <https://studfiles.net/preview/2899995/> (дата обращения: 15.05.2018).

11. Кибалов, Е.Б. Задача объемно-календарного планирования строительного производства / Е.Б. Кибалов, А.Б. Хуторецкий // Экономика и математические методы. – 1976. – Т. XII, вып. 6. – С. 1082–1103.

12. Кибалов, Е.Б. Декомпозиционный подход и фактор надежности в задаче объемно-календарного планирования строительного производства / Е.Б. Кибалов, А.Б. Хуторецкий, Я.П. Емельянов // Экономика и математические методы. – 1978. – Т. XIV, вып. 5. – С. 917–923.

13. Ларичев, О.И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных странах: учеб. / О.И. Ларичев. – Изд. второе, перераб. и доп. – М.: Логос, 2002. – 392 с.

14. Полуостров Сахалин. – <https://www.kommersant.ru/doc/3629466> (дата обращения: 15.05.2018).

15. Оптимальность по Парето. – https://economic_mathematics.academic.ru/3106/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%BF%D0%BE_%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%BE (дата обращения: 15.05.2018).

Шибикин Дмитрий Дмитриевич, старший преподаватель, Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск; wanderer-di.di@ya.ru.

Поступила в редакцию 6 ноября 2018 г.

DOI: 10.14529/ctcr190109

ON THE QUESTION OF THE TECHNICAL EFFECTIVENESS OF INVESTMENT PROJECTS

D.D. Shibikin, wanderer-di.di@ya.ru

Siberian Transport University, Novosibirsk, Russian Federation

The article deals with the actual problem of assessing the organizational mechanisms of the re- as well as resource allocation technologies at the investment and construction stage of the project. With the help of network model management tools, making the optimization of economic resources.

In a study on investment design, the definition of the main stages, the implementation of a large-scale investment project using special tools. To solve this problem, a network planning method was proposed. This model corresponds to the considered process and allows you to implement effective solutions for business partners in investment design of a large-scale project.

The findings obtained in the results of the study are used to solve the problems of managing investment capital in a large-scale project. The results of the research can be used by the state and private business, carrying out investment activities and seeking to optimize their resources, such as time and money.

The model calculations are demonstrated on the example of a large-scale railway investment project (LSRIP) “mainland – isl. Sakhalin. Considered institutional assessments of evaluation of

instrumentation and evaluation, as necessary elements of system analysis. Decades later, this project is becoming more and more real. The relevance of this study is confirmed by the words of Vladimir Vladimirovich Putin in the course of a direct translation. In which, he said about the revitalization of the construction of a bridge to Sakhalin Island and the allocation of funds in the amount of 1 billion rubles. Accordingly, it is necessary to choose a suitable project implementation model. The decision on this issue is given in this article.

Keywords: network modeling, project management, Pareto-optimality, technical efficiency, "mainland – isl. Sakhalin", "uniform" schedule, "right" schedule, "left" schedule.

References

1. Kibalov E.B., Minin S.V., Nekhoroshkov V.P., Nekhoroshkov E.V., Pakhomaova G.F., Pakhomov K.A., Pyataev M.V., Romankevich S.V., Khutoretsky A.B. *Sistemnyy analiz ozhidaemoy effektivnosti krupnomasshtabnykh investitsionnykh proektov na zhelezнодорожном транспорте* [System Analysis of the Expected Effectiveness of Large-Scale Investment Projects in Rail Transport]. Novosibirsk, Sib. State Univ. of Communication Publ., 2007. 155 p.
2. *40 let BAMu. Spetsial'nyy proekt ITAR-TASS* [40 Years to BAM. ITAR-TASS Special Project]. Available at: <https://tass.ru/bam-40> (accessed 15 may 2018).
3. *Kommersant' Vlast' 25-2014* [Kommersant Power 25-2014]. Available at: https://books.google.ru/books?id=al_CQAAQBAJ&pg=PA57&lpg=PA57&dq=%D1%84%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5+%D0%91%D0%90%D0%9C+%D1%88%D0%BB%D0%BE+%D1%87%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B7+%D0%9C%D0%9F%D0%A1&source=bl&ots=D6t3D45dMe&sig=iR53teXBjRCQalr5khzPYTzvz4o&hl=ru&sa=X&ved=2ahUKEwi22_OPifvdAhXxtIsKHfhUDZMQ6AEwAHoECAkQAQ#v=onepage&q&f=false (accessed 15 may 2018).
4. *Slyshish' – vremya gudit: BAM* [Hear – Time is Buzzing: BAM]. Available at: <http://portal-kultura.ru/articles/history/49501-slyshish-vremya-gudit-bam/?print=Y&CODE=49501-slyshish-vremya-gudit-bam> (accessed 15 may 2018).
5. *BAM nauchil rabotat' s lyud'mi, otstaiivat' pravotu, sledovat' printsipam* [BAM Taught to Work with People, to Defend the Rightness, to Follow the Principles]. Available at: <https://www.nsk.kp.ru/daily/26267.5/3145319/> (accessed 15 may 2018).
6. *Transstroy ustremilsya v Sibir' – Gazeta Kommersant' № 171 (2301) ot 20.09.2001* [Transstroy Rushed to Siberia – Newspaper Kommersant]. Available at: <https://www.kommersant.ru/> (accessed 15 may 2018).
7. *Informatsionnye tekhnologii organizatsii biznesa* [Information Technology Business Organization]. Available at: <http://khpi-iip.mipk.kharkiv.edu/library/itob/itob10.html> (accessed 15 may 2018).
8. Gusakov A.M., Prokofieva G.I., Romanova T.I. *Sistemnyy analiz ozhidaemoy effektivnosti krupnomasshtabnykh investitsionnykh proektov na zhelezнодорожном транспорте: uchebno-metodicheskoe posobie* [System Analysis of the Expected Efficiency of Large-Scale Investment Projects in the Railway Transport]. Tomsk, Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering Publ., 2015. 94 p.
9. *Setevoy metod planirovaniya* [Network Planning Method]. Available at: https://studme.org/1806020323749/menedzhment/setevoy_metod_planirovaniya (accessed 15 may 2018).
10. *Kalendar'noe planirovanie stroitel'stva* [Scheduling Construction]. Available at: <https://studfiles.net/preview/2899995/> (accessed 15 may 2018).
11. Kibalov E.B., Khutoretskiy A.B. [The Task of the Volume-calendar Planning of Construction Production]. *Economics and Mathematical Methods*, 1976, vol. XII, iss. 6, pp. 1082–1103. (in Russ.)
12. Kibalov E.B., Khutoretskiy A.B., Emel'yanov Ya.P. [Decomposition Approach and the Reliability Factor in the Task of Space-Planning Construction Planning]. *Economics and Mathematical Methods*, 1978, vol. XIV, iss. 5, pp. 917–923. (in Russ.)
13. Larichev O.I. *Teoriya i metody prinyatiya resheniy, a takzhe KHronika sobytii v Volshebnykh stranakh: Uchebnik* [Theory and Methods of Decision-making, as well as the Chronicle of Events in the Magic Countries: Handbook]. Moscow, Logos Publ., 2002. 392 p.

14. *Poluostrov Sakhalin* [Sakhalin Peninsula]. Available at: <https://www.kommersant.ru/doc/3629466> (accessed 15 may 2018).

15. *Optimal'nost' po Pareto* [Pareto Optimality]. Available at: https://economic_mathematics.academic.ru/3106/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%BF%D0%BE_%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%BE (accessed 15 may 2018).

Received 6 November 2018

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Шибикин, Д.Д. К вопросу о технической эффективности инвестиционных проектов / Д.Д. Шибикин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2019. – Т. 19, № 1. – С. 101–113. DOI: 10.14529/ctcr190109

FOR CITATION

Shibikin D.D. On the Question of the Technical Effectiveness of Investment Projects. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*, 2019, vol. 19, no. 1, pp. 101–113. (in Russ.) DOI: 10.14529/ctcr190109
