

МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ НЕВЫПОЛНЕНИЯ В СРОК ПРОЕКТОВ СОЗДАНИЯ КРУПНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Макаров В.М.¹, Круляс П.²

¹ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Российская Федерация;

² Познаньский университет технологий, Познань, Польша

Исследована своевременность выполнения проектов в энергетическом строительстве и других отраслях народного хозяйства России. Отмечены существенные потери, связанные с невыполнением проектов в срок. Рассмотрены риски, отрицательно влияющие на управление проектами. На основе анализа деятельности компании «РусГидро» за последние годы составлена карта рисков. Из карты хорошо видно, что риск срыва сроков завершения проектов является самым критичным для компании. Риск удорожания работ так же критичен и часто связан с риском срыва сроков, так как является следствием мероприятий по снижению последнего. Проанализированы подходы к управлению проектами с позиции учета риска их невыполнения в срок. Объектом исследования являются проекты создания (проектирования и строительства или реконструкции) крупных энергетических объектов, предметом — инструменты поддержки принятия решений при управлении проектами в условиях неопределенности и риска. Цель исследования — совершенствование методов управления проектами с учетом действия факторов неопределенности и риска на основе оценки экономических последствий принятых решений, что позволит выбирать связанные управленческие решения из множества альтернатив на последовательных этапах выполнения проектов. Для управления рисками проекта на этапе его планирования и анализа с учетом альтернативности решений и этапности выполнения проекта предложено комбинировать метод управления проектами *PERT-time* с одним из методов управления рисками — методом «Дерево решений». Рассмотрен в общем виде пример применения предлагаемого комбинированного метода управления рисками проекта. Отмечена практическая значимость разработки. Указаны сложные моменты метода и направления дальнейших исследований. Построение дерева решений обычно используется для анализа рисков тех проектов, которые имеют обозримое количество вариантов. В противном случае дерево имеет очень большой объем, так что затрудняется не только нахождение оптимального решения, но и определение исходных данных.

Ключевые слова: проект, неопределенность, риск, метод, фактор, управление, работа, продолжительность, заказчик, исполнитель

Ссылка при цитировании: Макаров В.М., Круляс П. Метод управления рисками невыполнения в срок проектов создания крупных энергетических объектов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2021. Т. 14, № 1. С. 109–121. DOI: 10.18721/JE.14109

Эта статья открытого доступа, распространяемая по лицензии CC BY-NC 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

METHOD FOR MANAGING RISKS RELATED TO NON-FULFILLMENT OF LARGE ENERGY FACILITIES CONSTRUCTION PROJECTS ON TIME

V.M. Makarov¹, P. Krolas²

¹ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russian Federation

² Poznan University of Technology,
Poznan, Poland

Fulfillment of construction projects on time in energy and other sectors of the Russian economy is investigated. The losses caused by the failure to complete projects on time are noted to be significant. The article discusses the risks negatively affecting project management and analyzes the approaches to project management considering the risk of failure to complete projects on time. Based on the analysis of RusHydro's activities in recent years, a map of the risks of the company has been drawn up. It is clear from the map that the risk of failure of completion dates is the most critical for the company. The risk of higher cost of work is just as critical and often associated with the risk of delay, as it is a consequence of the implementation of measures to reduce the latter. We analyzed the approaches to project management based on the risk of their non-fulfillment on time. The object of the study is projects to create (design, construct or reconstruct) large energy facilities, the subject is tools to support decision-making in the management of projects in the face of uncertainty and risk. The aim of the study is to improve project management practices considering uncertainties and risks based on the assessment of the economic impact of the decisions made, allowing us to select related management decisions from a variety of alternatives at the successive stages of project implementation. It is proposed to manage the risks of the project during its planning and analysis phase taking into account the alternative of solutions and the stage of the project implementation to combine the *PERT-time* project management method with one of the methods of risk management – the decision tree method. The general example of applying the proposed combined method of project risk management is considered. The practical significance of the research is noted. The complexities of the method and areas of further research are indicated. Building a solution tree is usually used to analyze the risks of the projects that have a foreseeable number of options. Otherwise, the tree has a very large volume, so it is difficult not only to find the optimal solution, but also to determine the raw data.

Keywords: project, uncertainty, risk, method, factor, management, work, duration, customer, executor

Citation: V.M. Makarov, P. Krolas, Method for managing risks related to non-fulfillment of large energy facilities constructions projects on time, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 14 (1) (2021) 109–121. DOI: 10.18721/JE.14109

This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Введение

Мировая практика управления и предпринимательства свидетельствует о росте масштабов потерь в результате принятия ошибочных управленческих решений. Требования к менеджменту организаций различных отраслей, форм собственности, масштабов деятельности постоянно ужесточаются, в первую очередь, в связи с увеличением числа факторов внешней и внутренней среды, которые необходимо учитывать в управленческой деятельности. Эти факторы в своем большинстве задают неопределенность пространства управления и формируют риски принятия неверных решений. Повышение эффективности менеджмента, таким образом, в значительной степени зависит от грамотной экономической оценки последствий принимаемых решений в условиях неопределенности и риска и обоснованного выбора рациональных методов управления для достижения организацией своих целей в этих условиях.

Энергетика, как ведущая отрасль народного хозяйства, характеризуется наличием в своей структуре большого числа объектов высокой единичной мощности: ГЭС, АЭС, ТЭЦ и пр., — имеющих высокую стоимость основных фондов. При проектировании и строительстве таких объектов широко используются методы проектного менеджмента с соответствующими развитым математическим аппаратом и программными средствами [1].

Планирование дорогостоящего и длительного проекта, выполняющегося генеральным подрядчиком и большим числом субподрядчиков (соисполнителей), очевидно, связано с необходимостью учета факторов неопределенности среды проекта и связанных с нею рисков [2, 3]. Чем



сложнее структура проекта и чем протяженнее он во времени, тем больше неопределенность и риск, тем значительнее потери при принятии ошибочных управленческих решений [4]. Умение управлять проектами создания крупных энергетических объектов в подобных условиях с использованием экономико-математических методов — насущная необходимость и, в то же время, огромная сложность. Методы управления проектами в целом известны, но их детализация и совершенствование, тем не менее, представляют значительный интерес.

Таким образом, *объектом* настоящего исследования являются проекты создания (проектирования и строительства или реконструкции) крупных энергетических объектов, *предметом* — инструменты поддержки принятия решений при управлении проектами в условиях неопределенности и риска. *Цель* исследования — совершенствование методов управления проектами на основе оценки экономических последствий принятых решений с учетом действия факторов неопределенности и риска, что позволит выбирать связанные управленческие решения из множества альтернатив на последовательных этапах выполнения проектов.

Методика исследования

При выполнении исследования использованы общие принципы и методология проектного подхода в сочетании с игровыми методами поддержки принятия управленческих решений. Для достижения поставленной цели изучена специфика и практика управления проектами при создании крупных энергетических объектов.

Выполнение проекта всегда находится в рамках трех важнейших ограничений: по срокам завершения, по бюджету проекта и по полноте и качеству выполнения работ. Для упрощения решения поставленной задачи снимем одно ограничение из предположения, что качество выполнения как отдельных работ, так и проекта в целом соответствует всем требованиям — в противном случае заказчик просто не примет законченный проект. В статье будет рассматриваться взаимосвязь только двух ограничений на управление проектами: время — стоимость. Такой подход широко используется в настоящее время. Его методическая и практическая значимость для многих проектных и строительных организаций не вызывает сомнения. Именно в пространстве данных ограничений действует множество факторов неопределенности управления. Для энергетики важнейшими являются: а) *внешние* факторы: санкции, накладываемые по политическим мотивам, динамика курсов валют, конъюнктура рынка энергетических проектов, сроки поставок оборудования, равномерность финансирования, нестабильность погодных условий в местах строительства и т.п.; б) *внутренние* факторы: новизна и оригинальность работ, входящих в проект, квалификация исполнителей как проектировщиков, так и строителей, надежность работы строительной техники и т.п [5].

Согласно ГОСТ¹, *риск* — это следствие влияния неопределенности на достижение поставленных целей. В руководстве к своду знаний по управлению проектами (*PMBOK*)² дается другое определение: *риск* — неопределенное событие или условие, наступление которого может иметь как положительное, так и отрицательное влияние на проект. Риск состоит из нескольких элементов: *рисковое событие* (то, что может произойти, что повлечет за собой реализация риска), *вероятность* проявления риска и величина *ставки* (размер возможного последствия наступления рискового события).

Управление рисками проекта — это процесс выявления и анализа возможных рисков проекта, разработки плана по их предотвращению и устранению последствий рисков, в случае их проявления³.

¹ ГОСТ Р 51897-2011 / Руководство ИСО 73:2009 Менеджмент риска. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2012. 16 с.

² Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK). 6-е изд. Project Management Institute, Inc, 2017. 792 с.

³ ГОСТ Р 56715.5-2015. Проектный менеджмент. Системы проектного менеджмента. Часть 5. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2017. 16 с.

Полученные результаты

1. Исследовано состояние дел с выполнением проектов в отрасли

Важнейшей целью большинства проектов создания крупных энергетических объектов является их выполнение в заданный/договорной срок при условии не превышения объема финансирования. Подтвердим это предположение данными одного из крупнейших российских энергетических холдингов — ПАО «РусГидро». В начале-середине 2019 г. Счетная палата РФ провела плановую проверку приоритетных проектов развития топливно-энергетического комплекса Восточной Сибири и Дальнего Востока, выполняемых ПАО. В ходе проверки установлено следующее⁴.

1. Компании выделены бюджетные ассигнования в сумме 50,0 млрд руб. для строительства объектов с комбинированной выработкой энергии (Благовещенская ТЭЦ, Якутская ГРЭС-2, ТЭЦ в г. Советская Гавань), а также Сахалинской ГРЭС-2. По состоянию на 1 января 2019 г. все средства в полном объеме были израсходованы на строительство названных объектов.

2. Обязательства по договору о бюджетных инвестициях исполняются ПАО «РусГидро» с превышением установленных сроков. Так, в декабре 2018 г. не обеспечен ввод в эксплуатацию Сахалинской ГРЭС-2. В момент проверки превышение срока составило уже более восьми месяцев. Не обеспечено устранение отставания в ходе строительства ТЭЦ в г. Советская Гавань. Уровень готовности объекта по состоянию на 01.07.19 г. составил 65,1%. Прогнозируемый срок ввода в эксплуатацию — III квартал 2020 г.

Внутренний аудит качества работы департамента по контролю и управлению рисками показал, что проблемными с этой точки зрения считаются также проекты Зарамагских ГЭС, Верхнебалкарской МГЭС, Загорской ГАЭС-2, ГТУТЭЦ в г. Владивосток. В целом, за срыв сроков ввода в эксплуатацию трех станций из четырех названных выше компании «РусГидро» грозит штраф в 2,5 млрд руб.

В результате было признано, что качество управления проектами строительства является низким, а менеджмент компании — неэффективным, что в итоге создает значительные риски срыва сроков строительства важнейших для Дальневосточного федерального округа России объектов энергетики.

На основе анализа деятельности компании за последние годы⁵ была составлена карта рисков ПАО «РусГидро» (рис. 1).

Из карты хорошо видно, что риск срыва сроков завершения проектов является самым критичным для компании. Риск удорожания работ так же критичен и часто связан с риском срыва сроков, так как является следствием осуществления мероприятий по снижению последнего⁶.

«РусГидро» со своей стороны называет объективные причины увеличения сроков сдачи Сахалинской ГРЭС-2, которые также можно отнести ко внешним рискам для компании:

- a) корректировки проекта строительства, вызванные необходимостью импортозамещения (около 6 мес.);
- b) задержка выдачи рабочей документации (более 1 года);
- c) отставание сроков поставок оборудования, комплектующих и стройматериалов (около 4 мес.);
- d) расторжение договора с субподрядчиком ввиду его плохой работы и поиск нового (до 4 мес.);

⁴ Отчет Счетной палаты РФ о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Мониторинг реализации ПАО «РусГидро» приоритетных проектов топливно-энергетического комплекса Восточной Сибири и Дальнего Востока за 2018 г. и первое полугодие 2019 г.». URL: <http://audit.gov.ru/upload/iblock/4c5/4c5a154b7d1bf5237ebcff692f9f8d9.pdf> (дата обращения: 14.05.2020)

⁵ ПАО «РусГидро». URL: <http://www.rushydro.ru/> (дата обращения: 12.05.2020); Годовой отчет ПАО «РусГидро» за 2018 г., включая информацию об устойчивом развитии. URL: <http://www.rushydro.ru/upload/iblock/7d9/GO-za-2018-god.pdf> (дата обращения: 12.05.2020)

⁶ Стратегия развития Группы «РусГидро» на период до 2020 г. с перспективой до 2025 г. URL: <http://www.rushydro.ru/upload/iblock/206/Strategiya-RusGidro.pdf> (дата обращения: 14.05.2020)

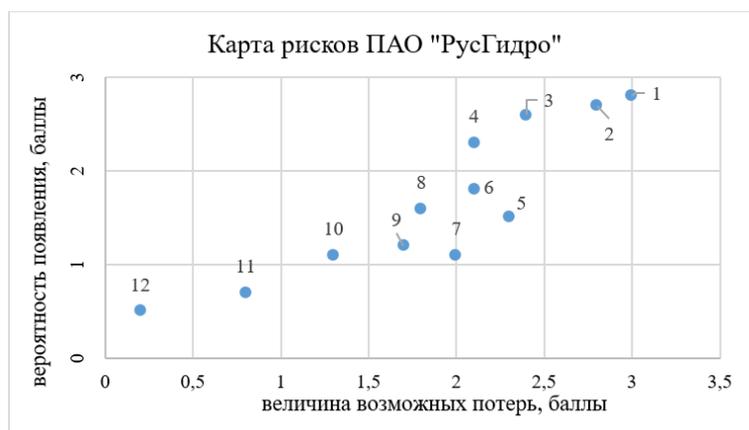


Рис. 1. Карта рисков ПАО «РусГидро»; обозначение рисков: 1 – срыв сроков ввода объектов в эксплуатацию, 2 – удорожание проектов, 3 – снижение объема реализации (электроэнергии, мощности, теплоэнергии), 4 – негативные изменения в законодательстве, 5 – возникновение техногенных аварий на объектах, 6 – неравномерное финансирование, 7 – снижение эффективности выполнения производственных программ, 8 – терроризм, 9 – некачественный менеджмент, 10 – репутационные риски, 11 – природные катаклизмы, приводящие к выходу из строя оборудования, 12 – коррупционные риски

Fig. 1. RusHydro Risk Map; risk designation: 1 – failure to meet deadlines for commissioning of the facilities, 2 – increase in the cost of projects, 3 – decrease in sales (electricity, power, heat), 4 – negative changes in legislation, 5 – industrial disasters at the facilities, 6 – uneven financing, 7 – decrease in the efficiency of production programs, 8 – terrorism, 9 – poor management, 10 – reputational risks, 11 – natural disasters, leading to the failure of equipment, 12 – corruption risks

е) невыполнение местными органами власти обязательств по подведению к станции теплотрассы для отбора тепла;

ф) климатические особенности региона, не учтенные при планировании.

Согласно приложению к договору бюджетных инвестиций, пени за неисполнение обязательств по вводу в эксплуатацию объектов в плановые сроки начисляются в размере 0,75 млн руб. за каждый день просрочки. По укрупненным расчетам, фактические убытки, обусловленные невыполнением проекта строительства ГРЭС-2 в срок (станция введена в эксплуатацию в декабре 2019 г.), составили до 48% от первоначальных инвестиций в проект. В том числе это дополнительные инвестиции, штрафы (неустойка) за просрочку и упущенная выгода⁷. Репутационные же издержки и снижение доверия к компании не подлежат стоимостному учету [6].

Еще жестче спрашивают с компании-исполнителя зарубежные заказчики. Так, госкорпорация «Росатом» осуществляет масштабную программу сооружения АЭС в РФ и за рубежом. В России сооружается 3 новых энергоблока, а портфель зарубежных заказов включает 35 блоков АЭС в Турции, Индии, Китае, Финляндии и др. странах⁸. Точными данными о размере пени за нарушение сроков их строительства авторы не располагают, но известно, к примеру, что «Росатом» по договору с *Fennovoima*, заказчиком строительства АЭС «Ханхикиви-1» (Финляндия), несет материальную ответственность за просрочку своих обязательств, максимальный объем которой — €900 млн. В то же время, одна из основных причин задержки начала активного строительства — в том, что финский атомный регулятор до сих пор не выдал соответствующую лицензию⁹. Налицо реализация внешнего для исполнителя риска.

⁷ От продаж электроэнергии при установленной мощности 840 млн кВт*ч, базовом уровне цен для субъектов Дальнего Востока 4,69 руб./киловатт-час, себестоимости производства 1,69 руб./кВт*ч.

⁸ Госкорпорация «Росатом». Строящиеся АЭС. URL: <https://www.rosatom.ru/production/design/stroyashchiesya-aes/> (дата обращения: 12.06.2020)

⁹ Глава «Росатома» объяснил причины переноса запуска АЭС в Финляндии // Бизнес. 19.04.2020. URL: <https://www.rbc.ru/business/24/04/2019/5cc0539e9a79474591f5a857> (дата обращения: 14.05.2020).

Подобная картина наблюдается и в других отраслях народного хозяйства. Например, Департамент МО РФ по обеспечению гособоронзаказа заключил в декабре 2018 г. госконтракт с предприятием-исполнителем на ремонт партии спецтехники сроком на два года. Одним из пунктов контракта было установлено, что неустойка (пени) начисляется за каждый день просрочки исполнения предприятием обязательства, предусмотренного контрактом, в размере одной трехсотой действующей на дату уплаты ключевой ставки ЦБ РФ от цены контракта¹⁰. По факту контракт в срок выполнен не был.

В ответ на требование выплаты пени предприятие обратилось к заказчику с возражениями, обусловленными реализацией рисков, не зависящих от исполнителя:

- а) задержка подписания контракта заказчиком (1 мес.);
- б) задержка получения аванса после подписания (дополнительно 2 мес.);
- в) несоответствие технического состояния изделий техническому заданию (ТЗ) на выполнение работ по контракту, и, соответственно, задержка подписания документов, уточняющих ТЗ, заказчиком (3 мес.);
- г) необходимость доработки исполнителем технической документации на выполнение работ по контракту.

Очевидно, что возникновение рисков событий, как в этом случае, так и в случае со строительством Сахалинской ГРЭС-2, обусловлено не только внешними, объективно независящими от исполнителя, но и внутренними причинами. В обеих ситуациях исполнитель договора должен был предусмотреть наличие этих рисков. То есть налицо ошибки *планирования проектов*, приведшие к срыву сроков их завершения и связанные с неудовлетворительным учетом всех возможных рисков.

2. Проанализированы подходы к управлению проектами с позиции учета риска их невыполнения в срок

Классический инструментарий, использующийся на этапах календарного планирования, анализа, оптимизации и контроля исполнения проекта — сетевой анализ или сетевое планирование и управление (СПУ). На практике из всех известных методов СПУ чаще других применяется метод критического пути (*СРМ, Critical Pass method*), исходящий из детерминированной длительностями работ. Он позволяет выделить в сетевой модели проекта критический путь, рассчитать срок завершения проекта, дает наглядную временную картину соотношения работ — график Ганта с указанием укрупненных этапов и «вех» выполнения проекта. Большое число широко распространенных программных продуктов позволяет строить и рассчитывать такие графики, а также проводить оптимизацию календарного расписания одного или многих одновременно выполняемых организацией проектов с помощью «выравнивания ресурсов» — процесса устранения ресурсных конфликтов путем использования резервов (сдвигов) работ, разбиения работ на части, выполняемые в разное время, сжатия или растяжения работ и т.п. [7].

Таким образом, метод *СРМ* очень удобен для использования, однако он практически не дает возможности анализировать влияние рисков на срок завершения проекта. Для выполнения такого анализа в данной ситуации проводится процедура экспертной оценки вероятности завершения проекта *в целом* к плановому/договорному сроку. К ней привлекаются специалисты топ-менеджмента организации, при этом точность оценки зависит только от квалификации экспертов, и объективно она не может быть высокой.

В большей степени задачам управления рисками проекта соответствует метод сетевого анализа *PERT-time (Program Evolution Revue Technology)*. В нем длительности работ считаются случайными величинами, зависящими от множества различных факторов неопределенности¹¹.

¹⁰ Постановление Правительства РФ от 08.12.2015 №1340. Действует в отношении предприятий, выполняющих госзаказ и получающих финансирование из госбюджета.

¹¹ Управление проектами: фундаментальный курс: учебник / Под ред. В.М. Аньшина, О.Н. Ильиной. М.: ВШЭ, 2013. 620 с.

Эксперты, как правило, специалисты из состава исполнителей, дают оценки длительности работ с учетом этих факторов и могут сделать это достаточно точно. Такой подход можно считать наилучшим, поскольку оценки даются на нижнем уровне иерархической структуры проекта, а затем обобщаются до верхнего уровня, формируя итоговую оценку, более точную, чем в методе *СРМ*.

Инструменты такого обобщения позволяют рассчитать математическое ожидание ($\bar{T}_{кр}$) и среднеквадратичное отклонение ($\sigma_{кр}$) длины критического пути. Их использование позволяет утверждать, что для крупных проектов, где в критический путь входят 70–80 и более работ, длина критического пути — это величина случайная, распределенная *нормально*. В результате появляется возможность определить вероятность завершения проекта (p) к плановому сроку ($T_{пл}$): рассчитывается нормированное отклонение случайной величины, распределенной нормально, или квантиль ($\xi(p)$) по формуле: $\xi(p) = (T_{пл} - \bar{T}_{кр})/\sigma_{кр}$, а затем по таблице накопленной вероятности для нормального закона распределения определяется искомая вероятность p .

Метод *PERT-time* позволяет учитывать риски, но не дает ответов на большое число вопросов: «что будет/что делать, если?..». Т.е. он фактически не позволяет *управлять рисками*, так как не учитывает альтернативности при принятии управленческих решений. Невозможно принимать управленческие решения также и потому, что метод не позволяет рассчитывать стоимостные характеристики, необходимые для выбора лучшего варианта решения.

Менее известен и реже применяется на практике метод *PERT-cost*, включающий в рассмотрение, кроме длительности, стоимость выполнения отдельных работ и проекта в целом. С одной стороны, этот подход соответствует условию, принятому в начале данной статьи, а именно, рассматривать два параметра управления (время и стоимость), с другой же — он не ориентирован на учет рискованных ситуаций. Его цель — оптимальное распределение между работами проекта лимитированных средств, направленных на сокращение времени его выполнения. Так же, как и предыдущий метод, этот метод не учитывает альтернативности при принятии решений.

3. Предложено для управления рисками проекта комбинировать метод *PERT-time* с методом «Дерево решений»

На практике, если удовлетворительный результат на этапе планирования проекта не получен, т.е. вероятность завершения проекта в срок при оговоренной или допустимой для заказчика или рынка стоимости мала, генеральный подрядчик (исполнитель) обычно идет на привлечение дополнительных собственных ресурсов или ресурсов субподрядной организации для выполнения работы, группы работ или целого этапа проекта. Такое управленческое решение сопряжено с:

- а) дополнительными затратами на выполнение проекта;
- б) частичным изменением структуры проекта (составом и взаимосвязью работ или этапов проекта, передаваемых субподрядчику);
- в) сокращением сроков выполнения работ, групп работ, этапов проекта;
- г) изменением рисков выполнения этих частей проекта [8].

Для нового варианта проекта все расчеты методом *PERT-time* должны быть повторены. Вариантов, естественно, может быть несколько. Таким образом, появляются альтернативность при принятии решений и необходимость экономического обоснования выбора лучшего варианта.

Авторы предлагают для управления рисками проекта на этапе его планирования и анализа с учетом альтернативности решений и этапности выполнения проекта комбинировать метод управления проектами *PERT-time* с одним из методов управления рисками — методом «Дерево решений».

Дерево решений — метод количественной оценки влияния реализации рисков на цели проекта, а также размеров временных и ресурсных затрат, необходимых для достижения этих целей с определенным уровнем уверенности. Метод применяется, если есть два или более последова-

тельных множеств альтернативных решений, причем последующие решения основываются на результатах предыдущих, или есть множества состояний среды, т.е. появляется цепочка решений, вытекающих одно из другого, которые соответствуют событиям, происходящим с некоторой вероятностью [9].

Дерево решений — это графическое изображение последовательности решений при случайных состояниях окружающей среды с указанием вероятностей их наступления и результирующих выигрышей/потерь — так называемых «исходов» — для любых комбинаций альтернатив и состояний среды¹².

Метод используется в управлении проектами, как правило, когда речь идет об управлении инвестиционными рисками, если необходимо оценить целесообразность вложения дополнительных средств на нескольких этапах выполнения проекта. При этом очевидно, что исходами будут являться финансовые показатели проекта, например, чистый дисконтируемый доход (ЧДД) [10].

Идея комбинации метода управления сроками *PERT-time* и метода *Дерево решений* использована в работе С.В. Бовтеева и Ю.О. Чайки¹³. В ней для оценки исходов принятия решений при различных состояниях/ответах среды также используется показатель ЧДД. Это вполне допустимо: исходы могут оцениваться любыми стоимостными показателями. Но, на наш взгляд, в описанной постановке задачи достаточно определять исходы величинами штрафов за срыв сроков завершения проекта или премий за ускорение завершения проекта относительно договорного/контрактного срока, суммируя их с дополнительными затратами генерального подрядчика, необходимыми для ускорения проекта и снижения рисков — объемами новых собственных вложений или субконтрактов. При этом предполагается, что основная сумма контракта в любом варианте остается неизменной и может быть исключена из рассмотрения.

Это существенно упростит анализ, что немаловажно в задачах, где число вариантов может быть очень большим. Кроме того, нами уже было показано, что штрафные санкции за несвоевременное завершение проектов достигают очень больших величин и становятся решающим фактором при принятии решений [6, 11]. Премии и прочие дивиденды (например, репутационные) за ускорение проектов, о которых мы ранее не говорили, также обычно присутствуют в договорах в качестве стимулов для исполнителей. Особенно это действенно при выполнении международных контрактов — так же, как действенен там спрос за невыполнение проектов в срок. Практика внутренних договоров, наоборот, часто показывает низкую исполнительскую дисциплину обеих сторон и, следовательно, слабое влияние на результат указанных стимулов.

В упомянутой работе Бовтеева и Чайки не используются все возможности метода *Дерево решений* для управления проектами. Нами предлагается расширить сферу применения метода, для чего на этапе планирования проекта рассматривать цепочки выбора ответов на риски, возникающие на последовательных этапах его выполнения.

4. Рассмотрен в общем виде пример применения предлагаемого комбинированного метода управления рисками проекта

Крупная российская строительно-монтажная организация имеет предварительную договоренность с зарубежным заказчиком о возведении энергетического объекта, а именно, о выполнении работ объемом K в срок T . Сетевой анализ, выполненный методом *PERT-time* с учетом имеющихся рисков, показал низкую рентабельность проекта, и организация ищет пути выхода из сложного положения.

На первом шаге можно провести PR-кампанию с целью найти лучшего заказчика или косвенно воздействовать на прежнего заказчика, заставив его изменить условия предварительного

¹² Васин С.М., Шутов В.С. Управление рисками на предприятии: учебное пособие. М.: КноРус, 2016. 299 с.

¹³ Бовтеев С.В., Чайка Ю.О. Вероятностное планирование строительства объектов. URL: <https://prosvet.su/articles/menegment/article1/> (дата обращения 11.09.2020)

соглашения. Цена вопроса — K_1 . Результат может быть положительным или отрицательным. Налицо полная неопределенность, вероятности выхода из которой 50% на 50%.

В любом случае может потребоваться доработка проекта стоимостью K_2 (второй шаг анализа). Доработка может быть согласована заказчиком или не согласована (риск, вероятность которого прогнозируется экспертами).

Если доработка согласована, но не вполне удовлетворила исполнителя, можно рассмотреть варианты привлечения субподрядчиков для выполнения части работ проекта. Объемы субдоговоров — K_3 . Цель — уложиться в заданные сроки и не платить штрафы за просрочку проекта, а при благоприятном стечении обстоятельств получить премию (третий шаг анализа).

Анализ может быть продолжен в различных направлениях (ветвях дерева) в зависимости от особенностей объекта, складывающейся финансовой ситуации, действия внешних факторов и т. п. В любом случае при отрицательных результатах можно вернуться к предыдущим шагам и рассмотреть другие варианты ответа на возникающие риски. Такова в самых общих чертах схема вероятностного анализа при планировании проекта возведения объекта. Ее можно представить в виде упрощенной схемы (рис. 2). Подчеркиваем, что такой анализ выполняется на этапе планирования проекта, вероятности возникновения рисков при этом оцениваются экспертами.

Есть еще одно отличие нашего предложения от работы Бовтеева и Чайки. Там не прописан подробно механизм определения вероятности завершения проекта к последовательности заданных сроков. Как было показано ранее, дискретность этих сроков обычно задается в договоре/контракте в виде: «просрочка сдачи объекта на один день/неделю/месяц влечет за собой штраф в размере S , а досрочная сдача — премию P ».

Нами предложен такой механизм при выполнении последнего шага анализа и окончательном формировании структуры дерева решений. Каждая ветвь дерева завершается подобным дискретным вероятностным анализом получения премий или штрафов за выполнение/срыв сроков завершения проекта. Его суть хорошо видна на рис. 3.

Сумма вероятностей уложиться в плановый (или любой последующий анализируемый) срок и не уложиться в него всегда равна 100%.

Для случая «уложимся с некоторой найденной вероятностью в плановый срок» (верхняя ветвь — 70%), надо проверить, с какой вероятностью уложимся в сокращенный на одну дискрету срок. Для малой ветви «не уложимся» анализ закончен со следующим результатом: с найденной вероятностью (75%) уложимся именно в заданный срок, но не раньше, за что премию не получим. Для малой ветви «уложимся» (25%) анализ продолжается на предмет нахождения вероятности уложиться в сокращенный на две дискреты срок. Очевидно, что вероятность не уложиться в такой срок и остановиться на предыдущем уровне сокращения — одна дискрета, за что получить одну премию, возрастает ($95\% > 75\%$). Вероятность же «пройти дальше» падает ($5\% < 25\%$).

Для нижней ветви «не уложимся» (30%) проводится аналогичный анализ. В обеих ветвях анализ заканчивается, когда вероятности прохождения дальше становятся достаточно маленькими. Так, для случая, рассмотренного в примере, вероятность получить три премии составляет $(1\% \times 5\% \times 25\% \times 70\%) = 0,00875\%$, две премии — $(99\% \times 5\% \times 25\% \times 70\%) = 0,86625\%$, и т.д.

Основная практическая сложность применения предлагаемого метода заключается в формировании логики дерева решений, генерации вариантов ответов на риски и экспертной оценке вероятности возникновения последних. Здесь последнее слово остается за специалистами. Применение компьютерных технологий для решения этой задачи в настоящее время не представляется возможным. Однако, для решения дерева, т.е. сворачивания его справа налево в соответствии с логикой, для расчета значений ожидаемой денежной отдачи (EMV , *Expected*

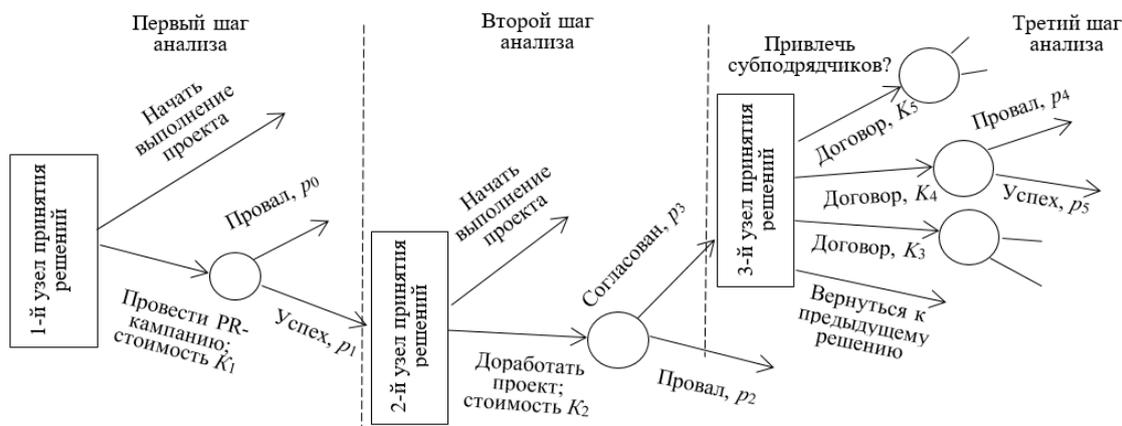


Рис. 2. Общая концепция цепочки – схемы вероятностного анализа с использованием метода *Дерево решений* при планировании проекта

Fig. 2. The general concept of a chain – a probabilistic analysis scheme using the decision tree method when planning a project

Monetary Value) и получения итогового решения могут быть использованы известные программные продукты, например, *POM QM v4* [9].

Построение дерева решений обычно используется для анализа рисков тех проектов, которые имеют обозримое количество вариантов. В противном случае дерево имеет очень большой объем, так что затрудняется не только нахождение оптимального решения, но и определение исходных данных [12].

Примеры решения реальных задач и еще ряд особенностей алгоритма авторы планируют представить в статье в одном из следующих номеров журнала.

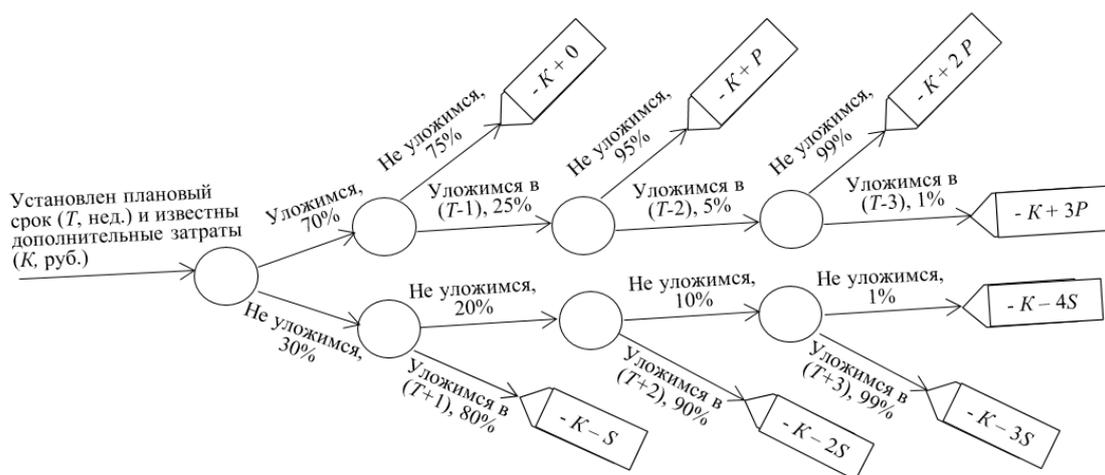


Рис. 3. Схема вероятностного анализа одной из конечных ветвей дерева решений (значения вероятностей указаны условно; дискрета анализа – 1 неделя)

Fig. 3. The probabilistic analysis scheme of one of the final branches of the decision tree (probability values are indicated conditionally; analysis resolution is 1 week)

Выводы

1. Реалии современной экономики требуют от широкого круга проектных и строитель-но-монтажных организаций, работающих в области энергетического строительства, четкого обоснования решений в сфере управления долгосрочными проектами возведения дорогостоящих объектов. Ошибки управления связаны с действием огромного числа факторов неопределенности и возникновением рисков. Результатом являются значительные потери. Предложенная методика может облегчить решение этой задачи управления.

2. Аналогичные ситуации возникают и в других отраслях народного хозяйства, где также может быть применена методика.

3. Использование количественного инструментария, построенного на положениях теории вероятностей и математической статистики, теории игр, с одной стороны, заметно усложняет применение методики, но, с другой стороны, увеличивает точность и обоснованность принимаемых решений. Предлагаемый подход соответствует принятым стандартам риск-менеджмента.

Направления дальнейших исследований

Большую сложность представляет нормирование работ, входящих в проект. Продолжительность научно-исследовательских и проектных работ зависит от сложности и оригинальности объекта исследования и проектирования, от квалификации работников и их технической оснащенности. Продолжительность строитель-но-монтажных работ также определяется меняющимися погодными и прочими природными условиями. Требуется серьезные исследования и сбор статистического материала для установления таких норм и для выявления их зависимости от объема привлекаемых для выполнения работ ресурсов и денежных средств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жильцов С.А., Бондарчук Н.В. и др. Оценка возможности применения гибких методов управления проектами в строительстве объектов энергетики // Экономика и предпринимательство. 2019. № 8. С. 604–607.
2. Манцерова Т.Ф., Тымуль Е.И. Риски в энергетике: Причины, факторы, сценарий управления // Экономика энергетики и энергосбережение. СПб.: СПбПУ, 2018. С. 139–142.
3. Рудской А.И., Боровков А.И., Романов П.И., Колосова О.В. Пути снижения рисков при построении в России цифровой экономики. Образовательный аспект // Высшее образование в России. 2019. № 2. С. 9–22. DOI: 10.31992/0869-3617-2019-28-2-9-22
4. Bril A.R., Kalinina O.V. et al. Forecasting the turnover growth in the risk management system as management decisions support. XX IEEE SCM Conference, 2017, pp. 692–693. DOI: 10.1109/SCM.2017.7970692
5. Юрьева Л.В., Марфицына М.С., Юрьева А.Р. Основные методы управления рисками на предприятиях // Фундаментальные исследования. 2019. № 4. С. 131–136.
6. Włodarczyk A., Zawada M. Expected shortfall as a tool supporting risk management in energy company. 34th IBIMA Conference, 2019. Accepted paper. URL: <https://ibima.org/accepted-paper/expected-shortfall-as-a-tool-supporting-risk-management-in-energy-company/> (дата обращения: 07.01.2021)
7. Фридлянов М.А. Методы и приемы управления проектами в сфере промышленного производства // Проблемы рыночной экономики. 2017. № 3. С. 17–24.
8. Малкова Т.Б., Малков А.В. Практический метод оценки рисков в энергетике в условиях неопределенности // Экономика в промышленности. 2018. № 1. С. 63–69. DOI: 10.17073/2072-1633-2018-1-63-69
9. Макарова В.А. Анализ и оценка экономической эффективности риск-менеджмента // Стратегические решения и риск-менеджмент. 2015. № 3. С. 72–83.
10. Салахов А.Ж., Байрашев И.Д. Оценка рисков инвестиционных проектов // Экономика и социум. 2016. № 3. С. 1093–1100.

11. **Alekseeva N.V., Valerianov A.A.** et al. Financial sustainability of energy companies. Proceedings of the 33rd IBIMA Conference, 2019, pp. 5736–5743.

12. **Беляева М.А., Буреш О.В., Шаталова Т.Н.** Разработка интегрированной системы поддержки принятия решений по управлению проектами в условиях неопределенности // Вестник Оренбургского государственного университета. 2011. № 13. С. 43–48.

REFERENCES

1. **S.A. Zhiltsov, N.V. Bondarchuk,** et al., Otsenka vozmozhnosti primeneniya gibkikh metodov upravleniya proyektami v stroitelstve obyektov energetiki [Assessment of the possibility of using flexible project management methods in the construction of energy facilities]. *Ekonomika i predprinimatelstvo*, 2019, no. 8, pp. 604–607. (rus)

2. **T.F. Mantserova, Ye.I. Tymul,** Riski v energetike: Prichiny, faktory, stsenariy upravleniya [Energy risks: causes, factors, management scenario]. *Ekonomika energetiki i energosberezheniye* [Energy economics and energy saving]. St. Petersburg, SPbPU, 2018, pp. 139–142. (rus)

3. **A.I. Rudskoy, A.I. Borovkov, P.I. Romanov, O.V. Kolosova,** Ways to reduce risks when building the digital economy in Russia. Educational aspect. *Higher Education in Russia*, 2019, no. 28–2, pp. 9–22. (rus). DOI: 10.31992/0869-3617-2019-28-2-9-22

4. **A.R. Bril, O.V. Kalinina,** et al., Forecasting the turnover growth in the risk management system as management decisions support. *XX IEEE SCM Conference*, 2017, pp. 692–693. DOI: 10.1109/SCM.2017.7970692

5. **L.V. Yuryeva, M.S. Marfitsyna, A.R. Yuryeva,** Osnovnyye metody upravleniya riskami na predpriyatiyakh [Basic methods of risk management in enterprises]. *Fundamentalnyye issledovaniya*, 2019, no. 4, pp. 131–136. (rus)

6. **A. Wlodarczyk, M. Zawada,** Expected shortfall as a tool supporting risk management in energy company. 34th IBIMA Conference, 2019. Accepted paper. URL: <https://ibima.org/accepted-paper/expected-shortfall-as-a-tool-supporting-risk-management-in-energy-company/> (accessed January 07, 2021)

7. **M.A. Fridlyanov,** Project management methods and techniques in the field of industrial production. *Problemy rynochnoy ekonomiki*, 2017, no. 3, pp. 17–24. (rus)

8. **T.B. Malkova, A.V. Malkov,** Practical method of risk assessment in the energy sector under uncertainty. *Russian Journal of Industrial Economics*, 2018, no. 11–1, pp. 63–69. (rus). DOI: 10.17073/2072-1633-2018-1-63-69

9. **V.A. Makarova,** Analiz i otsenka ekonomicheskoy effektivnosti risk-menedzhmenta [Analysis and assessment of the economic efficiency of risk management]. *Strategicheskiye resheniya i risk-menedzhment*, 2015, no. 3, pp. 72–83. (rus)

10. **A.Zh. Salakhov, I.D. Bayrashev,** Otsenka riskov investitsionnykh proyektov [Risk assessment of investment projects]. *Ekonomika i sotsium*, 2016, no. 3, pp. 1093–1100. (rus)

11. **N.V. Alekseeva, A.A. Valerianov,** et al., Financial sustainability of energy companies. Proceedings of the 33rd IBIMA Conference, 2019, pp. 5736–5743.

12. **M.A. Belyayeva, O.V. Buresh, T.N. Shatalova,** Razrabotka integrirovannoy sistemy podderzhki prinyatiya resheniy po upravleniyu proyektami v usloviyakh neopredelennosti [Development of an integrated decision support system for project management in conditions of uncertainty]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2011, no. 13, pp. 43–48. (rus)

Статья поступила в редакцию 16.01.2021.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / THE AUTHORS

МАКАРОВ Василий Михайлович

E-mail: vmmak51@mail.ru

MAKAROV Vasilii M.

E-mail: vmmak51@mail.ru

КРУЛЯС Павел

E-mail: pawel.krolas@put.poznan.pl

KROLAS Pawel

E-mail: pawel.krolas@put.poznan.pl

© Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2021