

**Денисова Анна Игоревна**  
аспирант, ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»,  
г. Москва, Российская Федерация  
*e-mail: a.i.denisova@inbox.ru*

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РИСКОВ РАЗРАБОТКИ И РЕАЛИЗАЦИИ ИНФРАСТРУКТУРНОГО ПРОЕКТА НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ СЕТЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

**Аннотация.** Представлена процедура моделирования рисков проекта на основе метода сетевого планирования. Сделано предположение, что каждому риску может быть поставлено в соответствие некоторое позитивное или негативное событие или совокупность событий, которые могут быть добавлены в сетевую модель проекта. В зависимости от того, при каких условиях случаются рисковые события, разрабатываются различные сценарии. Для каждого сценария реализуется серия испытаний Монте-Карло. Величина риска оценивается на основе ожидаемых значений традиционных финансовых и временных характеристик проекта. Описанная процедура проверена на иллюстративном примере инфраструктурного проекта, который заключается в прокладке участка трубопровода по дну моря. Программная реализация алгоритмов дискретной оптимизации плана проекта и имитационных испытаний реализована в рамках автоматизированной системы сценарного моделирования с помощью языка программирования Python.

**Ключевые слова:** проектное управление, моделирование рисков, оценка рисков проекта, сетевое планирование, имитационное моделирование, программное обеспечение.

**Цитирование:** Денисова А.И. Моделирование рисков разработки и реализации инфраструктурного проекта на основе методов сетевого планирования // Вестник университета. 2019. № 12. С. 56–65.

### Denisova Anna

Postgraduate student, State  
University of Management,  
Moscow, Russia

*e-mail: a.i.denisova@inbox.ru*

## MODELING THE RISKS OF DEVELOPING AND IMPLEMENTING THE INFRASTRUCTURE PROJECT BASED ON NETWORK PLANNING METHODS

**Abstract.** A project risk modeling procedure based on the network planning method has been presented. It has been assumed, that each risk can be associated with some positive or negative event or its combination, which can be added to the network model of the project. Depending on the conditions under which risk events occur, various scenarios are developed. For each scenario, a series of Monte Carlo tests is accomplished. The value of the risk is estimated based on the expected values of the traditional financial and temporal characteristics of the project. The described procedure is checked on an illustrative example of the infrastructure project, which consists in laying a section of the pipeline along the seabed. The software implementation of discrete optimization algorithms for the project plan and simulation tests has been implemented in the framework of an automated scenario modeling system using Python.

**Keywords:** project management, risk modeling, project risk assessment, network planning, simulation, software.

**For citation:** Denisova A.I. Modeling the risks of developing and implementing the infrastructure project based on network planning methods (2019) Vestnik universiteta, I. 12, pp. 56–65. doi: 10.26425/1816-4277-2019-12-56-65

При разработке и обосновании программ стратегического развития существенное значение для государства имеют реальные инвестиционные проекты. В России большинство из них носит инфраструктурный характер. Кроме того, развитие транспортной и энергетической инфраструктуры названо в числе основных задач стратегического развития, выделенных в Указе Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [1].

**Благодарности.** Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 18-010-01151).

**Acknowledgements.** The work was carried out with the financial support of the Russian Foundation for basic research (grant no. 18-010-01151).

© Денисова А.И., 2019. Статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0. всемирная (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The Author(s), 2019. This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



На сегодняшний день основными инструментами реализации поставленных задач являются национальные проекты и государственные программы. Вызовы экономическому развитию страны требуют модификации и трансформации существующих методов управления, в частности путем внедрения проектного управления в практику органов власти. Здесь основным направлением совершенствования является реализация государственных программ, часть из которых с 2018 г. переводят на новые правила разработки и реализации, основанные на механизмах управления проектами [2]. Значимость целей программ для социально-экономического развития регионов и страны в целом обуславливают необходимость применения специализированного методического и информационно-аналитического обеспечения для планирования и реализации программ, в том числе с учетом сопутствующих рисков [13].

Проблемы выявления, оценки и управления рисками были предметом большого числа исследований. Непосредственно проблемам проектного анализа и сетевого планирования, в том числе оценке рисков проектов и программ, посвящали свои работы российские и зарубежные ученые: Х. Н. Ахьюджа, Д. Голенко-Гинзбург, Я. Гельруд, В. Н. Бурков, П. Л. Виленский, Г. Марковиц, А. Б. Секерин, Н. Б. Мироносецкий, В. Н. Лившиц, С. А. Смоляк, М. В. Грачева, И. В. Демкин, Л. А. Астанина и Л. В. Кирина, В. А. Москвин и др. [4; 6; 7; 8; 9].

Сетевое планирование является одним из наиболее эффективных инструментов составления календарных и ресурсных планов программ и проектов. В связи с этим объектом данного исследования являются моделирование и оценка проектных рисков на основе его сетевого плана. Будем считать, что каждому возможному риску проекта соответствует определенное событие или совокупность событий, которые могут быть включены в стохастическую сетевую модель проекта с некоторой вероятностью. Предположим, что эту вероятность возможно оценить. Тогда с помощью серий испытаний Монте-Карло можно оценить ожидаемый ущерб проекту от реализации рискового события (далее – РС). Наиболее явно влияние рисков видно на временной и финансовой составляющей проекта, поэтому для их оценки будут использоваться классические финансовые показатели. Составление расписания проекта, в том числе с учетом РС, осуществляется на основе методов дискретной оптимизации.

Сетевая модель – это экономико-математическая модель, отражающая технологию процесса выполнения некоторого проекта. Она определяется комплексом взаимосвязанных работ (операций) и событий, основной методологией построения является PERT (англ. Program Evaluation and Review Technique – техника оценки и анализа программ и проектов). Существуют два основных способа построения модели: «работа-узел» и «работа-дуга». В первом случае в сетевом графе расписания проекта работы отображаются в виде узлов, а во втором – в виде дуг графа, связывающих события (вершины), соответствующие результатам работ. В дальнейшем будем основываться на втором способе формализации сетевой модели. Работа – это процесс, на исполнение которого должны быть потрачены время и ресурсы, а также фиктивные работы, обозначающие зависимости. Каждая работа обозначается уникальной парой чисел  $(i, j)$ , где  $i$  – номер события, из которого работа выходит, а  $j$  – номер события, в которое она входит. Если события в модели свершаются в зависимости от предшествующих работ и событий, то такая модель является стохастической [9].

Согласно ГОСТ Р ИСО 31000-2010 Менеджмент риска. Принципы и руководство от 01.09.2011 г., риском проекта является неопределенное событие, которое в случае возникновения имеет позитивное или негативное влияние хотя бы на одну из целей проекта [3]. Предположим, что возможные рисковые ситуации, возникающие в ходе реализации проекта, могут быть описаны следующим множеством событий:

- «катастрофическое» рисковое событие (далее – КРС). Их последствия исправить либо нецелесообразно, либо невозможно. КРС ведут к «особому» событию – «прекращению проекта». События КРС и «прекращение проекта» связывает фиктивная операция;
- «обычное» рисковое событие (далее – ОРСн), не связанное с ходом работы проекта. Возникновение этого события определяется внешними факторами, не зависящими от хода исполнения проекта и организации;
- «обычное» рисковое событие (далее – ОРС), связанное с ходом работы проекта. Исходная работа ( $x$ ) должна быть разделена на две условные части – «подоперации» ( $x_1$  и  $x_2$ ): результат первой – возникновение данного РС, результат второй – возникновение следующего запланированного события после начального.

Кроме того, введем в рассмотрение дополнительные, «особые» события, напрямую связанные с рисковыми:

- мероприятия по обработке риска (М). При составлении плана полезно предусмотреть, с помощью чего и каким образом будет происходить исправление последствий, если произойдет какое-либо РС. Если случившийся риск не «катастрофичен», то проект будет продолжаться дальше, пока это будет приносить

любую выгоду организации. Мероприятий по обработке риска может быть не предусмотрено, то есть само по себе это событие не случайно;

- «прекращение проекта» – остановка всех работ по проекту, когда цели еще не достигнуты.

Каждое из этих событий может быть помечено идентификатором и добавлено на сетевую модель. РС проекта являются случайными, и им соответствуют определенные вероятности. Можно выделить следующие способы ее оценки:

- экспертный, в котором с помощью экспертов оценивается либо приблизительная вероятность наступления события, либо интервал ее изменения;
- ретроспективный, в котором на основании данных по аналогичным проектам делается предположение о том, с какой вероятностью будут возникать РС;
- аналитический, в котором вероятность возникновения событий оценивается на основе статистических данных сопутствующих им признаков. Здесь сначала требуется выявить перечень значимых признаков различных РС, затем оценить его с помощью мнений экспертов. После этого признаки становятся факторами модели, зависимая переменная которой должна принимать значения от 0 до 1, что соответствует вероятности наступления или наступления РС [7; 12; 13].

Выбор способа осуществляется в каждом конкретном случае и зависит от многих причин: вида риска (если риск технический, полезен ретроспективный анализ), объема располагаемых данных о риске (при их минимальном объеме целесообразен экспертный подход), возможности организации проводить тщательный анализ риска и исследования и др.

Риск проекта может быть внешним или внутренним. Внутренний риск может быть вызван процессами в самой организации и работами по анализируемому проекту. Внешний риск обусловлен факторами, не зависящими от деятельности организации. Это будет влиять на вероятность РС: в первом случае вероятность возникновения РС в проекте будет зависеть от того, что произошло в организации (в частности, в ходе этого же проекта) до; во втором – не будет.

Пусть событие  $A$  означает «возникновение рискового события». Тогда событие  $A_R$  означает «возникновение события  $A$  в ходе проекта». Если риск внутренний, то:

$$P(A_R) = P(A | S_A) = \frac{P(A \cap S_A)}{P(S_A)}, \quad (1)$$

где  $S_A$  означает событие «состояние системы (проекта) до реализации события  $A$ » или «реализована некоторая цепочка событий до  $A$ »; если же риск внешний, то:

$$P(A_R) = P(A). \quad (2)$$

Состояние системы  $S_A$  описывается перечнем событий, которые произошли в ходе реализации проекта до события  $A$ , и может быть оценено, как число альтернативных путей от начального события до события  $A$ , что напрямую связано с количеством случайных событий до  $A$  на плане. Если все предшествующие события детерминированы, то состояние у системы одно, так как события  $A$  можно достигнуть единственным образом. Если до  $A$  есть одно случайное событие, то различных состояний может быть, как минимум два: предшествующее случайное событие произошло и предшествующее случайное событие не произошло при неизменности всех остальных работ и событий, и т. п. Состояние системы зависит также от сценариев наступления различных событий.

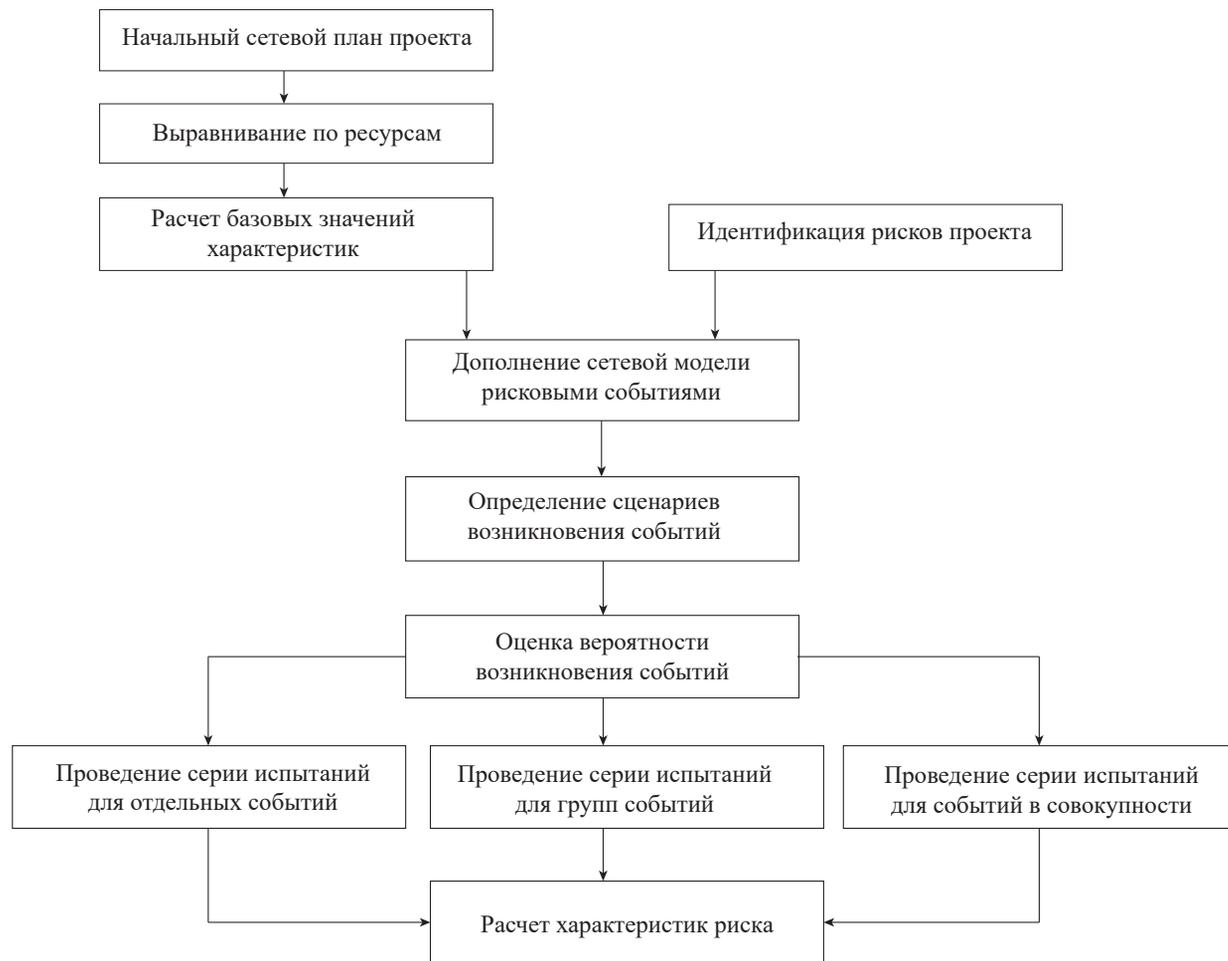
Общая схема процесса проведения сценарных исследований моделирования рисков проекта представлена на рисунке 1.

Первоначально составляется базовый план проекта и оптимизируется по ресурсам базовый план проекта (алгоритм «Выравнивание по ресурсам», на основе работы Х. Н. Ахьюджа «Сетевые методы управления в проектировании и производстве») [4]. Для этого проекта рассчитываются значения основных временных и финансовых характеристик проекта (перечень приведен в таблице 1), которые будут считаться эталонными, так как рассчитаны для проекта в условной безрисковой ситуации. Затем исходная сетевая модель должна быть дополнена предварительно выделенными РС с различными условиями реализации, т. е. должны быть

составлены сценарии реализации и обработки рисков. При этом предполагается, что интервал изменения вероятности возникновения РС известен или может быть оценен. Эти сценарии реализуются с помощью серий испытаний Монте-Карло: в зависимости от того, произойдет ли РС в текущем испытании, перестраивается сетевая модель, выравливается по ресурсам, рассчитываются основные характеристики проекта. По результатам серий испытаний рассчитываются ожидаемые значения этих характеристик (таблица 1). С помощью этих значений можно сделать вывод о рискованности проекта и его напряженности. Взяв за основу определение риска как комбинации вероятности наступления события и его последствий, оценим величину риска (ожидаемый ущерб  $C_{PC}$ ) по следующей формуле:

$$C_{PC} = NPV_{баз} - NPV_{PC}, \quad (3)$$

где  $NPV_{баз}$  – планируемый, «эталонный» чистый приведенный доход по проекту,  $NPV_{PC}$  – вероятная величина  $NPV$ , которая ожидается при реализации РС или их совокупности [3].



Составлено автором по материалам исследования

Рис. 1. Последовательность действий при оценке рисков проекта

Рассмотрим описанный подход на иллюстративном примере международного проекта по укладке фрагмента трубопровода, предназначенного для транспортировки газа, на дно Балтийского моря (для составления примера и его входных данных использовались материалы строительства «Северного потока», но для облегчения расчетов все данные упрощены и являются достаточно условными). Укладка будет производиться способом «по S-образной кривой» [14]. Монтаж трубопровода производится на месте укладки, на борту

судна-трубоукладчика, где есть все необходимое оборудование. Предположим, что все основное оборудование находится на месте проведения работ. Доход по итогам проекта организация получит только после его завершения, сумма составит 47 млн евро, ориентировочные затраты – 33 млн евро. Ставку рефинансирования  $r$  примем равной 10 %. Директивная длительность  $T_{дир} = 70$  дней. Необходимо проложить 6 км трубопровода по прямой, длина одного блока – 60 м.

Общий перечень работ проекта:

- 1) (1-2) – исследование физических и климатических особенностей морского дна в зоне;
- 2) (1-3) – исследование экологической обстановки в зоне;
- 3) (1-4) – мониторинг дна зоны;
- 4) (1-5) – наличие материалов и блоков;
- 5) (2-6) – агрегация результатов;
- 6) (3-6) – агрегация результатов;
- 7) (4-6) – агрегация результатов;
- 8) (5-7) – доставка на место необходимых материалов и блоков труб;
- 9) (6-7) – формирование оптимального маршрута укладки;
- 10) (7-8) – подготовка блока к сварке;
- 11) (7-10) – подготовка оборудования для укладки фрагмента трубопровода на дно;
- 12) (8-9) – сварка с предыдущей секцией;
- 13) (9-10) – изоляция места сварки с помощью монтажного рукава и полиэтиленовой пены;
- 14) (10-11) – укладка секции на дно;
- 15) (11-12) – соединение с завершающим отрезком.

Таблица 1

**Результаты проведенных серий испытаний**

Характеристика	Критерий	Примеры возможных РС	Базовое значение	Значения при реализации		
				КРС-1	ОРС-1	КРС-1 и ОРС-1
Общие показатели						
Ожидаемое значение NPV (чистого приведенного дохода)	NPV отрицательное – проект убыточен. Наибольшее значение – лучший проект	Любые, чьи последствия могут повлиять на финансовый поток	10,5	8,05	10,34	7,62
Ожидаемое значение MIRR (модификации внутренней нормы доходности)	MIRR применяется для неординарных денежных потоков. Значение меньше ставки дисконтирования – проект убыточен. Наибольшее значение – наиболее выгодный проект	Экономические риски: колебания ставки дисконтирования, неопределенность экономической ситуации и пр.	1,46 %	0,83 %	1,3 %	0,75 %
Ожидаемое значение DPP (периода окупаемости)	Наименьшее значение DPP – наиболее выгодный проект	Любые, последствия которых могут влиять на срыв сроков проекта	65	.*	67,5	.*
Ожидаемое значение PI (индекса рентабельности)	Наибольшее значение PI – более эффективны затраты на проект. $PI > 1$ – проект рентабелен	Разрабатываемый результат проекта может не окупиться (не занять свою рыночную нишу)	1,62	1,36	1,398	1,33

Характеристика	Критерий	Примеры возможных РС	Базовое значение	Значения при реализации		
				КРС-1	ОРС-1	КРС-1 и ОРС-1
Вероятность убыточности проекта P (NPV < 0)	По некоторым оценкам риск приемлем, если вероятность не больше 0,2 [5]	Любые, чьи последствия могут влиять на финансовый поток	-	0,147	0,0	0,163
Показатели сложности и напряженности плана						
Вероятность завершения проекта не позднее директивного срока	Оценивается как отношение числа исходов, когда длительность проекта была меньше директивной к числу проведенных имитационных экспериментов	Любые, последствия которых могут повлиять на срыв сроков проекта	0,62	-*	0,59	-*
Количество путей из начального события в конечное	Оценивается сложность организации. Сравнительный показатель. Проект не реализован, пока не реализованы все работы.	Организационные риски – по некоторым операциям могут не быть приняты действия реагирования	5	6	5	6
Средняя длина критического пути	Сравнительный показатель. Не больше директивного уровня	Любые события, которые могут влиять на срыв сроков проекта	64	61,02	66,58	62,94
Мера вариации срока окончания проекта	Оценивается дисперсией длительности критических работ. Меньше значение – меньше риск	Любые события, которые могут повлиять на срыв сроков проекта	4,78	8,36	5,27	9,53

\* При реализации КРС-1 проект прервется, следовательно, организация не получит прибыль, так как по условиям задачи она выплачивается после успешного завершения проекта. В этом случае расчет некоторых показателей является некорректным.

Составлено автором по материалам исследования

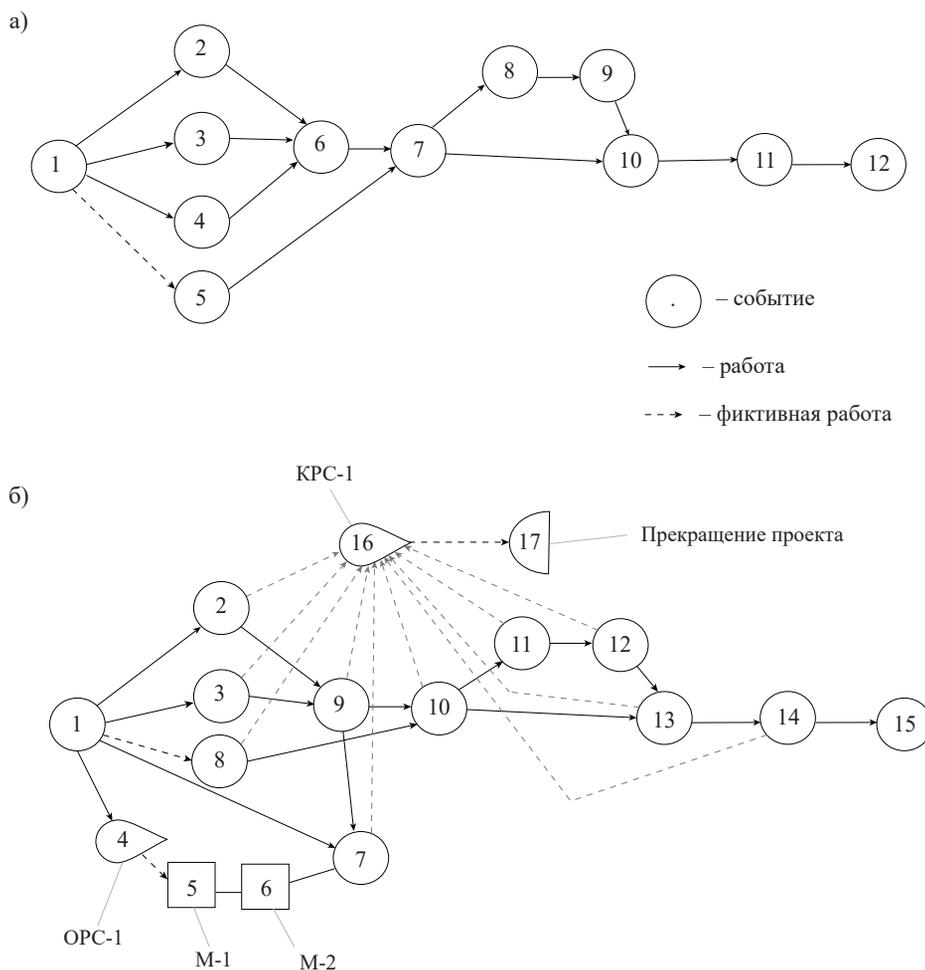
Проведем расчет на примере двух РС:

– «разрыв партнерских отношений с одной из стран-участниц проекта» – КРС-1, его возникновение ведет к прекращению проекта или заморозке проекта. Этот риск является политическим, его причинами могут быть разнообразные события. Пусть вероятность его появления оценивается от 0,01 до 0,1;

– «в ходе мониторинга морского дна был обнаружен неразорвавшийся снаряд времен Второй Мировой войны» – РС, которое зависит от выполнения работы 1-4 (ОРС-1). Пусть вероятность его появления оценивается от 0,1 до 0,3. Обработка этого риска отражена двумя мероприятиями: М-1 («Действия для освобождения рискованной зоны от крупных морских животных») и М-2 («Подрыв на глубине обнаруженного взрывоопасного предмета»). Считаем, для данных мероприятий необходим только финансовый ресурс. Вероятность ОРС-1 зависит в том числе от хода реализации проекта и состояния системы в момент его реализации. Состояние определяется количеством случайных событий до ОРС-1, и в данной ситуации таких событий нет (КРС-1 может возникнуть позже), то есть  $P(S_A) = 1$ . Тогда вероятность ОРС-1 по формуле (1) равна:

$$P(OPC - 1) = P(A | S_A) = P(A). \quad (4)$$

Представим два варианта сетевых графиков проекта: без учета выявленных рисков событий и с учетом всех РС (рис. 2). Проведем серии испытаний Монте-Карло: 1 000 испытаний для проекта, в котором может возникнуть КРС-1; 1 000 испытаний для проекта, в котором может возникнуть ОРС-1; 1 000 испытаний для проекта, в котором может возникнуть КРС-1 и ОРС-1. Оценивать результаты испытаний будем на основании характеристик риска (табл. 1).



Составлено автором по материалам исследования

Рис. 2. Сетевые модели проекта: а) – исходная, б) – с учетом влияния рисков событий

Величиной риска событий, согласно формуле (2), можно считать ожидаемые потери, тогда для КРС-1:

$$R (KPC-1) = 10,5 - 8,05 = 2,45 \text{ (млн евро),}$$

а для риска OPC-1:

$$R (OPC-1) = 10,5 - 10,34 = 0,16 \text{ (млн евро).}$$

Величина суммарного риска от OPC-1 и КРС-1 равна:

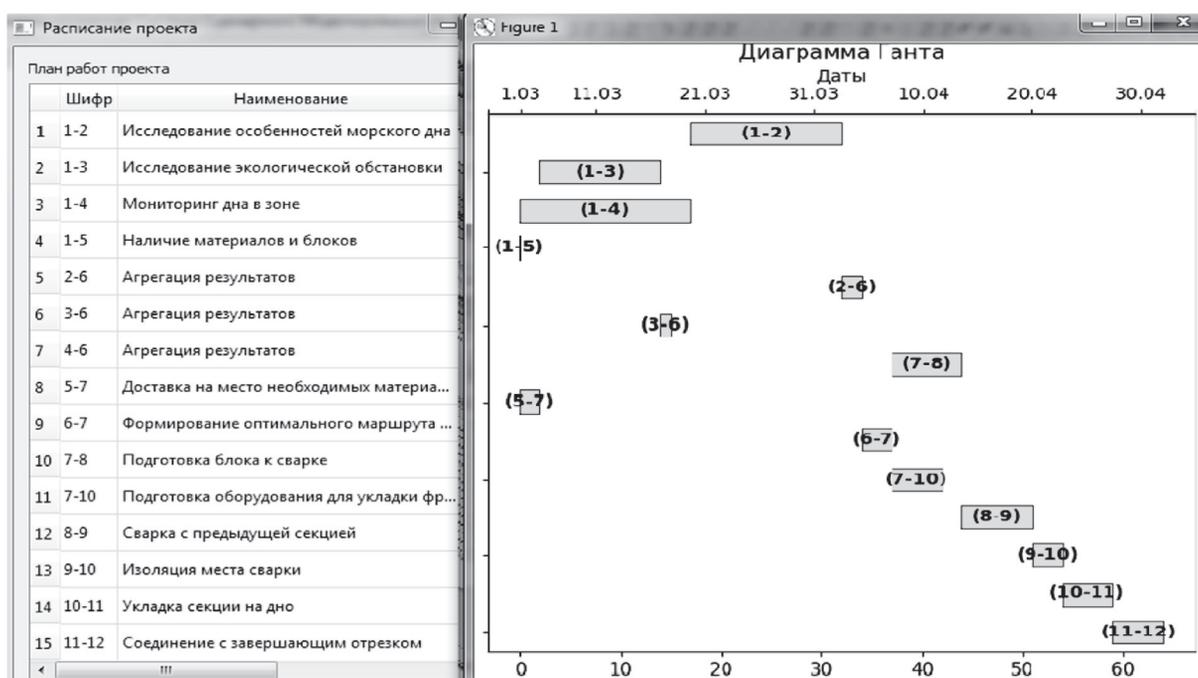
$$R = 10,5 - 7,62 = 2,88 > R (KPC-1) + R (OPC-1),$$

при совместном проявлении РС общий риск растет.

На то, произойдет или нет событие КРС-1, организация повлиять не в состоянии. Для обработки этого риска можно использовать две стратегии: принятие (поглощение) или избежание. В первом случае организация принимает на себя риски того, что в случае обострения политической ситуации она будет нести убытки. Если организация принимает решение избегать риск, то единственный путь реализовать это решение – отказаться от проекта.

Избегать риска ОРС-1 организация не может, так как это означало бы не выполнить работу «Мониторинг морского дна», связанную с этим риском, а значит и не выполнить весь проект на должном уровне качества. Организация может использовать стратегию «изменение последствий»: увеличить стоимость проекта, включив в нее «риск», тем самым уменьшив свои ожидаемые расходы и, соответственно, величину риска.

Стоит отметить, что упомянутые выше приемы и алгоритмы становятся действительно эффективными только при их реализации с помощью специализированных программных средств [10]. При ручном построении сети сложно оперативно откликаться на возникающие отклонения, вносить изменения в модель. Кроме того, модель будет быстро устаревать из-за динамичности изменения внешней среды и возникновения различных неопределенностей при управлении проектом. Реализация сценарных исследований проекта была реализована в рамках прототипа Автоматизированной Системы Сценарного Моделирования» (далее – АССМ) с помощью языка программирования Python для аналитической поддержки многоуровневого стратегического управления, обеспечивающей решение базовых задач стратегического планирования социально-экономическим развитием. В рамках общей концепции разработки системы был создан модуль, позволяющий проводить дискретную оптимизацию планов проекта. Функционал системы позволяет осуществлять составление и сопровождение планов реализации проектов, учет ресурсов, разрабатывать сценарии сетевых моделей, проводить серии имитационных испытаний. Так, на рисунке 3 продемонстрирована возможность визуализации календарного плана перечисленных выше работ рассматриваемого проекта.



Составлено автором по материалам исследования

Рис. 3. Фрагмент рабочего интерфейса модуля календарного планирования в АССМ, план-график проекта

Преимуществами данного подхода к оценке и планированию способов обработки рисков являются масштабируемость расчетов и информативность результатов. Представляется полезной возможность сепарированной оценки разных рисков событий, чувствительность по отношению к ним результатов проекта. Кроме того, за счет рассмотрения и сравнения различных сетевых планов одного проекта можно предусмотреть наиболее удобную последовательность работ с учетом вероятных рисков, а также лучшим образом спланировать мероприятия по обработке риска.

К недостаткам представленного подхода относится высокая трудоемкость при построении и оценке разных сетевых схем – всевозможных рисков событий может быть невероятно много. Тогда полученная схема будет сложна для восприятия, и кроме того, существенно увеличится количество расчетов. Однако для инновационных, а также для иных проектов с высокой степенью рискованности, необходим детальный анализ реализации проекта и связанных с этим событий.

Библиографический список

1. Указ Президента Российской Федерации «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» от 07.05.2018 г. № 204 (ред. от 19.07.2018 г.) // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_297432/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_297432/) (дата обращения: 25.10.2019).
2. Постановление Правительства РФ «О разработке, реализации и об оценке эффективности отдельных государственных программ Российской Федерации» от 12.10.2017 г. № 1242 (ред. от 08.06.2019 г.) // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_280803/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_280803/) (дата обращения: 25.10.2019).
3. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 31000-2010 Менеджмент риска. Принципы и руководство от 01.09.2011 г. // Техэксперт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200089640> (дата обращения: 25.10.2019).
4. Ахьюджа, Х. Н. Сетевые методы управления в проектировании и производстве / Пер. с англ. Б. С. Луныкова, В. М. Сиимонова; под ред. В. В. Калашникова. – М.: Мир, 1979. – 638 с.
5. Боунегра, А. Б. Управление рисками кредитования инноваций: автореферат дис. ... канд. экон. наук: 08.00.10 / Гос. ун-т упр. – М, 2005. – 27 с.
6. Бурков, В. Н., Буркова, И. В. Метод сетевого программирования в управлении целевыми программами // Автоматика и телемеханика. – 2014. – № 3. – С. 73-86.
7. Виленский, П. Л., Лившиц, В. Н., Смоляк, С. А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика: учебное пособие. – М.: Дело, 2008. – 888 с.
8. Грачева, М. В., Секерин, А. Б., Афанасьев, А. М. Риск-менеджмент инвестиционного проекта. – М.: Юнити-Дана, 2009. – 544 с.
9. Гельруд, Я. Д. Обобщенные стохастические сетевые модели для управления комплексными проектами // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Математика, Механика, Информатика. – 2010. – Т. 10. – № 4. – С. 36-51.
10. Денисова, А. И. Анализ информационно-аналитического обеспечения проектной деятельности поддержки государственного управления // Вестник университета. – 2018. – № 12. – С. 15-22.
11. Писарева, О. М. Анализ состояния и характеристика потенциала развития инструментария стратегического планирования в условиях цифровой трансформации экономики и управления // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2018. – Т. 9. – № 4. – С. 502-529.
12. Писарева, О. М. Идентификация признаков правонарушений в рамках риск-ориентированной модели управления лицензируемой хозяйственной деятельностью // Стратегическое планирование и развитие предприятий: материалы Семнадцатого всероссийского симпозиума. Москва, 12-13 апр. 2016 г. / Под ред. Г. Б. Клейнера. – Секция 4. Стратегическое планирование на мезоэкономическом (региональном и отраслевом) уровне. – Центральный экономико-математический институт РАН, 2016. – С. 157-160.
13. Писарева, О. М., Денисова, А. И. Математическое и компьютерное моделирование рисков лицензируемых товарных рынков Российской Федерации // Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками: материалы VI Международной молодежной научно-практической конференции. Саратов, 08-11 нояб. 2017 г. – Воронеж: Научная книга, 2017. – С. 70-75.
14. Макаров, О. Подводные трубопроводы: как это работает // Популярная Механика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.popmech.ru/technologies/14445-podvodnye-niti/> (дата обращения: 25.10.2019).

References

1. Ukaz Prezidenta Rossiiskoi Federatsii “O natsional’nykh tselyakh i strategicheskikh zadachakh razvitiya Rossiiskoi Federatsii na period do 2024 goda” ot 07.05.2018 g. № 204 (red. ot 19.07.2018 g.) [*Decree of the President of the Russian Federation dated May 7, 2018 № 204 “On the national goals and strategic objectives of the development of the Russian Federation for the period until 2024” (in edition dated July 19, 2018)*], SPS “Konsul’tantPlyus”. Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_297432/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_297432/) (accessed 25.10.2019).
2. Postanovlenie Pravitel’sтва RF ot 12.10.2017 g. № 1242 (red. ot 08.06.2019) “O razrabotke, realizatsii i ob otsenke effektivnosti ot del’nykh gosudarstvennykh programm Rossiiskoi Federatsii” [*Resolution of the Government of the Russian Federation dated October 12, 2017 № 1242 “On the development, implementation and evaluation of the effectiveness of individual state programs of the Russian Federation” (in edition dated June 8, 2019)*], SPS “KonsultantPlyus”. Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_280803/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_280803/) (accessed 25.10.2019).

3. Natsional'nyi standart Rossiiskoi Federatsii GOST R ISO 31000-2010 Menedzhment riska. Printsipy i rukovodstvo ot 01.09.2011 g. [*National standard of the Russian Federation GOST R ISO 31000-2010 Risk management. Principles and guidelines dated September 1, 2011*], Tekhhekspert. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200089640> (accessed 25.10.2019).
4. Akh'yudzha Kh. N. Setevye metody upravleniya v proektirovanii i proizvodstve [*Network management techniques in design and production*], per. s angl. B. S. Lunyakova, V. M. Simonova; pod red. V. V. Kalashnikova, Moscow, Mir, 1979, 622 p.
5. Bounegra A. B. Upravlenie riskami kreditovaniya innovatsii [*Innovation lending risk management*]: avtoreferat dis. ... kandidata ekonomicheskikh nauk : 08.00.10 / Gos. un-t upr., Moscow, 2005, 27 p.
6. Burkov V. N., Burkova I. V. Metod setevogo programmirovaniya v upravlenii tselevymi programmami [*Network programming method in managing target programs*], Avtomatika i telemekhanika [*Automation and Remote Control*], 2014, I. 3, pp. 73-86.
7. Vilenskii P. L., Livshits V. N., Smolyak S. A. Otsenka effektivnosti investitsionnykh proektov. Teoriya i praktika: uchebnoe posobie [*Evaluating the effectiveness of investment projects. Theory and Practice: textbook*], Moscow, Delo, 2008, 888 p.
8. Gracheva M. V., Sekerin A. B., Afanas'ev A. M. Risk-menedzhment investitsionnogo proekta [*Risk management of the investment project*], Moscow, Yuniti-Dana, 2009, 544 p.
9. Gel'rud Ya. D. Obobshchennye stokhasticheskie setevye modeli dlya upravleniya kompleksnymi proektami [*Generalized stochastic network models for managing complex projects*], Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Matematika, Mekhanika, Informatika [*Novosibirsk State University Bulletin. Series: Mathematics, Mechanics, Computer Science*], 2010, Vol. 10, I. 4, pp.36-51.
10. Denisova A. I. Analiz informatsionno-analiticheskogo obespecheniya proektnoi deyatel'nosti podderzhki gosudarstvennogo upravleniya [*Analysis of information and analytical support of project activity of public management*], Vestnik universiteta, 2018, I. 12, pp. 15-22.
11. Pisareva O. M. Analiz sostoyaniya i kharakteristika potentsiala razvitiya instrumentariya strategicheskogo planirovaniya v usloviyakh tsifrovoy transformatsii ekonomiki i upravleniya [*Analysis of the state and characteristics of the development potential of strategic planning tools in the digital transformation conditions of the economy and management*], MIR (Modernizatsiya. Innovatsii. Razvitie) [*MIR (Modernization. Innovation. Research)*], 2018, Vol. 9, I. 4, pp. 502-529.
12. Pisareva O. M. Identifikatsiya priznakov pravonarushenii v ramkakh risk-orientirovannoi modeli upravleniya litsenziruemoi khozyaistvennoi deyatel'nost'yu [*Identification of signs of offenses in the framework of the risk-oriented model of licensed economic activity management*], Strategicheskoe planirovanie i razvitie predpriyatii: materialy Semnadsatogo vserossiiskogo simpoziuma. Moskva, 12-13 apr. 2016 g. [*Strategic planning and development of enterprises: proceedings of the 17-th All-Russian Symposium. Moscow, April 12-13, 2016*], Pod red. G. B. Kleinera, Tsentral'nyi ekonomiko-matematicheskii institut RAN, 2016, pp. 157-160.
13. Pisareva O. M., Denisova A. I. Matematicheskoe i komp'yuternoe modelirovanie riskov litsenziruemykh tovarnykh rynkov Rossiiskoi Federatsii [*Mathematical and computer modeling of risks of licensed commodity markets of the Russian Federation*], Matematicheskoe i komp'yuternoe modelirovanie v ekonomike, strakhovanii i upravlenii riskami: materialy VI Mezhdunarodnoi molodezhnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Saratov, 08-11 noyab. 2017 g. [*Mathematical and computer modelling in economics, insurance and risk management: proceedings of VI International Youth Scientific and Practical Conference. Saratov, November 08-11, 2017*], Voronezh, Nauchnaya kniga, 2017, pp. 70-75.
14. Makarov O. Podvodnye truboprovody: kak eto rabotaet [*Underwater pipelines: how it works*], Populyarnaya Mekhanika [*Popular Mechanics*]. Available at: <https://www.popmech.ru/technologies/14445-podvodnye-niti/> (accessed 25.10.2019).