

doi:10.18720/SPBPU/2/id19-5

Опарин С. Г.

**КОНЦЕПЦИЯ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ
ПРОЕКТОВ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ
В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ**

*Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I, Санкт-Петербург, Россия*

Аннотация. В статье рассмотрена концепция оптимального управления рисками проектов и предложена методология ее реализации в цифровой экономике. Решена задача оптимального синтеза системы управления рисками проектов с применением цифровых методов оценки риска, процедур глобального случайного поиска и частично-целочисленных оптимизационных моделей блочного типа. Новая цифровая парадигма оптимального управления рисками предусматривает отказ от гипотезы о нормальном распределении экономических характеристик проекта и сохранение требуемой информативности «цифры» в услови-

ях процессного подхода. На реальных проектах транспортного строительства показано, что применение цифровых технологий обеспечивает возможность достижения приемлемой для практических целей достоверности оценок и открывает новые возможности для эффективного управления рисками инвестиционных проектов в цифровой экономике.

Ключевые слова: цифровая экономика, управление рисками проектов, оптимальный синтез системы управления рисками, цифровой метод оценки риска, уровень риска, цена риска.

Oparin S. G.

THE CONCEPT OF OPTIMAL RISK MANAGEMENT AND THE POSSIBILITY OF ITS IMPLEMENTATION IN A DIGITAL ECONOMY

*Petersburg State Transport University Emperor Alexander I,
St. Petersburg, Russia*

Abstract. The article deals with the concept of optimal project risk management and proposes a methodology for its implementation in the digital economy. The problem of optimal synthesis of the projects risk management system was solved using digital risk assessment methods, global random search procedures, and partially integer block-type optimization models. The new digital paradigm of optimal risk management provides refusal of a hypothesis of the normal distribution of the economic characteristics of the project and maintaining the required informational content of «figure» in the context of the process-oriented approach. On real transport construction projects, it's shown that the use of digital technologies provides the possibility of achieving the reliability of estimates accepted for practical purposes, and opens new opportunities for effective risk management of investment projects in the digital economy.

Keywords: digital economy, risk management projects, optimal synthesis of risk management system, digital risk assessment method, risk level, risk price.

Введение

К настоящему времени в мире накоплен огромный опыт управления рисками в различных областях и сферах экономической деятельности [1, 2], разработаны и постоянно совершенствуются международные стандарты ISO по риск-менеджменту [3, 4] и менеджменту качества [5], а существующие методы риск-менеджмента находят все большее применение в управлении инвестиционными проектами и программами.

Благодаря глубокому исследованию рисков, накопленный опыт управления рисками позволяет лицам, принимающим решения, влиять на достижение целей проектов, обосновывать и применять в управлении проектами и бизнес-процессами эффективные инструменты и способы воздействия на риск. Влияние рисков на эффективность инвестиционных проектов постоянно растет, а высокая цена риска нередко становится определяющим фактором принятия решений по реализации проекта [6, 7].

В силу целого ряда причин уровень риска инвестиционных проектов в России оказывается существенно выше по сравнению с экономически развитыми странами, что порождает рост, с одной стороны, рискованности, с другой – риск аппетита участников инвестиционного процесса, и, как следствие, разработку и внедрение системы управления рисками (СУР).

Риск проекта определим как следствие влияния неопределенности на конкурентоспособность и эффективность реализации проекта, достижение целей, фактические затраты, результаты и эффекты.

Актуальными проблемами теории и практики управления рисками инвестиционных проектов являются:

- недостаточная для практических целей достоверность существующих стандартизированных процедур и методов описания, идентификации и оценки рисков;

- слабое развитие и внедрение в практику управления рисками процессного подхода, требующего преобразования входы и выходы и детального описания бизнес-процессов проектного анализа и проектного управления;

- отсутствие стандартизированных процедур воздействия на риск, методов оптимального управления и синтеза системы управления рисками в условиях неопределенности целого ряда действующих факторов риска;

- недостаточный уровень компетенций лиц (риск-менеджеров), ответственных за разработку и внедрение системы управления рисками;

- отсутствие в открытых источниках информации сведений о положительных результатах управления рисками инвестиционных проектов;

- недостаточный для практических целей цифровой экономики уровень развития цифровых моделей и методов управления рисками проектов.

В данной статье обсуждается концепция оптимального управления рисками проектов и методология ее реализации в цифровой экономике.

Под цифровой экономикой понимается хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг [8].

Термин «цифровая экономика» впервые был употреблен в 1995 году американским ученым из Массачусетского университета Николасом Негропonte для разъяснения преимуществ новой экономики в сравнении со старой в связи с интенсивным развитием информационно-коммуникационных технологий.

Согласно данным исследования Digital Evolution Index 2017, у России есть неплохие перспективы занять лидирующие позиции в рейтинге развития цифровой экономики. По мнению экспертов, несмотря на относительно низкий общий уровень цифровизации, наша страна демонстрирует устойчивые темпы роста и находится на пике цифрового развития, привлекая тем самым инвесторов в экономику.

Целью данной работы является реализация концепции оптимального управления рисками проекта с распределенными параметрами (характеристиками) на основе процессного подхода, цифровых методов оценки риска, оптимального синтеза СУР, процедур глобального случайного поиска и частично-целочисленных оптимизационных моделей блочного типа.

Критериями эффективности СУР могут служить критерии оптимальности или критерии сравнительной эффективности (превосходства), применяемые в зависимости от цели менеджмента риска и постановки задачи.

Процессный подход и новая цифровая парадигма управления риском

Нетрудно заметить, что цифровая экономика сама по себе, без реального сектора экономики, без процессов проектного анализа и проектного управления существовать не может. То есть цифровая экономика – это не целостная экономика, а ее сектор, состоящий из электронных товаров, работ и услуг.

Одним из базовых принципов риск-менеджмента является принцип неотделимости, когда управление риском рассматривается как неотъемлемая часть всех организационных процессов, включая стратегическое планирование и все процессы управления проектами и изменениями [9]. При этом риск-менеджмент рассматривается как управленческий процесс, или взаимосвязанная совокупность процессов, прямо ориентированных на потребителя, результат бизнес-процесса и способы его достижения.

Отличительной особенностью процессного подхода [5] является наличие целого ряда важнейших элементов процесса, включая вход, выход и цели процесса, функции управления риском, используемые ресурсы, информационное обеспечение, критерии оценки, распределение ответственности и риска, профиль риска и другие. Реализация процессного подхода на практике приводит к более эффективному использованию ресурсов, а также к возможности обоснованного распределения ответственности участ-

ников проекта и сопровождающих процесс рисков, что, безусловно, имеет первостепенное значение. Исключительную важность при этом приобретает полнота и достоверность исходных данных и положений, точность описания процесса, выбор критериев и методов оценки, а также обоснованность способов управления риском.

Вся история риск-менеджмента представляет собой смену научных парадигм, происходящую либо в рамках преемственности в развитии теории риска, либо в результате внедрения научных достижений и открытий. Во многих случаях «кризис» риск-менеджмента – это проблема несоответствия предпосылок, способов и результатов управления риском реальным условиям неопределенности действующих факторов риска и изменившимся требованиям достоверности оценок.

В настоящее время для управления риском используются разные подходы, отличающиеся способами описания источников возникновения и факторов риска, применяемыми математическими моделями и достоверностью получаемых оценок. При этом наиболее точными и достоверными считаются методы имитационного моделирования результатов реализации проекта с учетом количественных характеристик неопределенности и риска. Математическое ожидание определяет ожидаемый результат оценки, а среднее квадратическое отклонение служит индикатором достоверности результата в условиях неопределенности. Но, используя универсальные методы имитационного моделирования, нельзя забывать о том, что все они основаны на законах больших чисел, предельных теоремах теории вероятностей и предположении о нормальном распределении параметра проекта, что позволяет делать правильные выводы лишь о его средних значениях.

Гипотеза о нормальном распределении не отражает действительности. Это сдерживает применение имитационного моделирования, даже несмотря на то, что в экономике эти методы оказываются весьма полезными для получения точечных оценок при высокой степени неопределенности. Без предположения о нормальном распределении большая часть экономических теорий и эмпирических

работ ставится под сомнение, поскольку компромисс между стоимостью и риском в этом случае практически невозможен. Все это приводит к необходимости смены существующей линейной парадигмы на новую цифровую парадигму менеджмента риска [10], которая основана на утверждении о свободном (не нормальном) распределении стоимостного показателя проекта и цифровом способе описания риска методом интегральных сверток числовых последовательностей, предусматривает отказ от гипотезы о нормальном распределении и обеспечивает сохранение требуемой информативности «цифры» в условиях процессного подхода. Существо данного метода состоит в получении дискретной (цифровой) функции риска по заданному показателю проекта (цене риска) путем многократного применения операции интегральных сверток числовых последовательностей, представляющих собой условные дискретные распределения искомого показателя [11].

Метод не требует промежуточной стилизации исходных статистических данных и априорной информации об искомом распределении, а необходимая точность и достоверность оценок, как в уровне средних значений, так и на хвостах распределения, может быть достигнута при относительно небольшом числе реализаций. Основным преимуществом метода интегральных сверток чисел является возможность получения распределенной оценки риска без учета и с учетом комплексного воздействия на риск, при заданных структуре и параметрах системы управления риском (СУР) [12, 13].

Оптимальный синтез системы управления риском проекта

На основе процессного подхода и анализа технологии проектного управления сформулирована задача оптимального структурно-параметрического синтеза системы управления риском и предложен метод ее решения для СУР произвольной структуры, в зависимости от способов и объема воздействия на риск [14]. Задача относится к классу многоэкстремальных задач нелинейного программирования с переменными смешанного типа и функциональными ограничениями в виде неравенств.

Эффективность мероприятий по управлению риском определяется содержанием процесса разработки и внедрения СУР, который на каждом этапе жизненного цикла проекта представляет собой решение комплекса задач, относящихся либо к синтезу, либо к анализу (рис. 1.2). Если синтез нацелен на создание нового варианта СУР проекта, то анализ используется для оценки риска реализации вариантов построения СУР. Таким образом, синтез и анализ выступают в процессе разработки и внедрения СУР в диалектическом единстве.

Разработку СУР по составленному заданию начинают с синтеза структуры – генерации исходного варианта проекта и СУР, по результатам которого устанавливают параметры элементов систе-

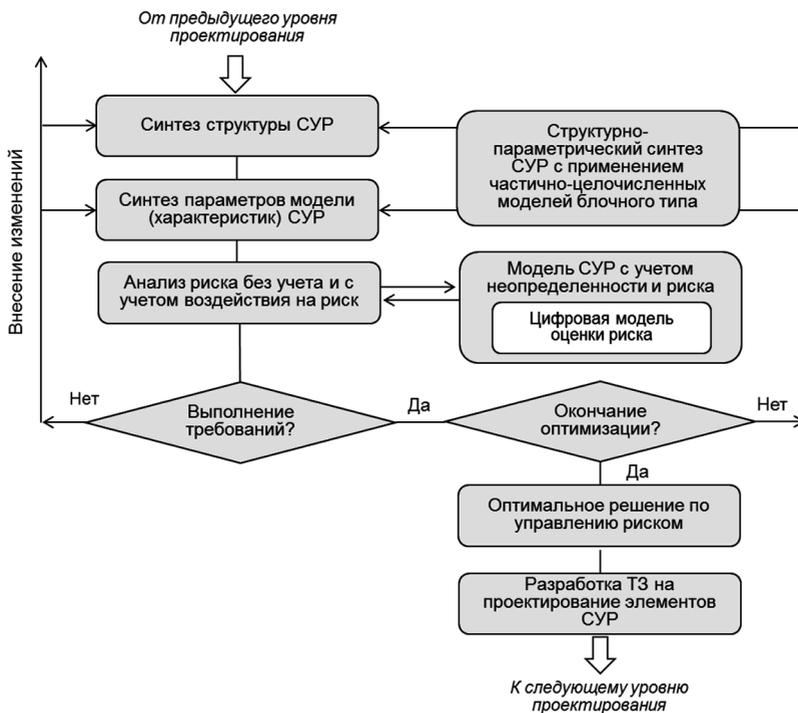


Рис. 1.2. Способы воздействия на риск проекта

мы и осуществляют переход к процедуре анализа. Далее проверяют выполнение установленных требований к проекту.

Если среди способов воздействия на риск необходимо выбрать лучший, с позиций удовлетворения предъявляемым требованиям и принятого критерия оптимальности, способ воздействия на риск, то рассматривают оптимальный синтез СУР, в основе которого лежат процедуры структурной, параметрической и (или) структурно-параметрической оптимизации. Практика оптимального проектирования показывает, что использование процедур структурно-параметрической оптимизации и частично-целочисленных оптимизационных моделей блочного типа может привести к повышению эффективности проекта на 50–60 %.

Решение задачи структурно-параметрической оптимизации в рамках единого моделирующего алгоритма ориентировано на получение оптимальных значений дискретных параметров $X = \{x_1, \dots, x_n\}$, отображающих структуру, и непрерывных параметров $Y = \{y_1, \dots, y_m\}$, отображающих характеристики проекта и СУР, которые являются целочисленными и действительными переменными соответственно.

В неявном виде постановка задачи структурно-параметрической оптимизации на основе частично целочисленных моделей блочного типа имеет вид:

$$F(X, Y) \rightarrow \min \quad (1.1)$$

при ограничениях

$$R(X, Y) < R^*, \quad (1.2)$$

$$x_i^{\min} \leq x_i \leq x_i^{\max}, i = 1, \dots, n, \quad (1.3)$$

$$y_j^{\min} \leq y_j \leq y_j^{\max}, j = 1, \dots, m, \quad (1.4)$$

где критерий эффективности (1.1) отображает стоимость проекта (ресурсы или затраты, связанные с его реализацией) с учетом воздействия на риск, включая затраты на разработку и внедрение СУР, при обеспечении заданных условий реализации проекта и требуемого уровня риска (risk level) проекта R^* .

Отличительной особенностью решения задачи является практически одновременное генерирование значений целочисленных и действительных переменных, а также использование специального математического аппарата для определения глобального экстремума целевой функции вида (1.1).

При генерировании вариантов проекта реализован принцип блочности переменных [15], в соответствии с которым целочисленные переменные объединяют в блок так называемых связующих переменных. В зависимости от состава этого блока далее генерируют значения переменных действительного типа.

Экстремум целевой функции определяют одной из процедур глобального случайного поиска, относящихся к методу поколений [16]. В основе алгоритма глобального случайного поиска экстремума лежат три основных принципа:

- 1) для нахождения новых точек используют лучшие точки из полученных ранее;
- 2) число вычислений целевой функции в окрестности одной из ранее полученных точек зависит от значения функции в этой точке;
- 3) по мере приближения к точке глобального экстремума «размах» поиска не увеличивается.

Таким образом, концепция оптимального управления рисками проектов с распределенными параметрами (характеристиками) прямо ориентирована на определение лучшего, с позиций некоторого выбранного критерия оптимальности, способа воздействия на риск, и, как следствие, лучшей структуры и параметров системы управления рисками.

Анализ сравнительной эффективности способов воздействия на риск

Наиболее распространенными способами воздействия на риск являются (рис. 1.3): страхование ответственности и риска; резервирование средств (самострахование); формирование и использование средств компенсационного фонда СРО; обеспечение государственного контракта при осуществлении закупок и др.



Рис. 1.3. Способы воздействия на риск проекта

В мировой практике, как правило, используют либо систему страхования ответственности и риска, либо резервирование средств (самострахование) в размере, необходимом и достаточном для покрытия ожидаемого ущерба (убытков). Компенсационный фонд саморегулируемых или иных некоммерческих организаций в указанных целях не формируется и не используется.

Оценка сравнительной эффективности страхования и самострахования основывается на методе, который в западной литературе получил название метода Хаустона [7]. Суть данного метода заключается в оценке влияния различных способов управления риском на стоимость организации (value organization), которая определяется через стоимость свободных (чистых) активов организации, реализующей проект. Свободные (чистые) активы организации – это разность между стоимостью всех ее активов и обязательств.

Выбор способа управления риском осуществляется на основе критерия сравнительной экономической эффективности страхования и самострахования в виде:

$$C_s > C_r \quad (1.5)$$

где C_s – стоимость проекта с учетом страхования ответственности и риска; C_r – стоимость проекта с учетом формирования и использования резервного фонда.

Если неравенство выполняется, более эффективным является страхование ответственности и риска, в противном случае – формирование и использование средств резервного фонда.

Несмотря на универсальность и широкое применение в мировой практике управления предпринимательскими рисками, метод Хаустона имеет и некоторые существенные недостатки. Например, при различных способах управления риском часто теряется экономический смысл риска, не приводится описание факторов риска и не производится экономическая оценка риска.

В данной работе предложена модификация модели Хаустона и ее реализация в задачах оптимального управления рисками проектов.

В явном виде C_t стоимость организации в конце расчетного периода $[0; t]$ может быть определена путем моделирования затрат, результатов и эффектов, связанных с реализацией проекта, с учетом дисконтирования и инфляции. Причем, при любом способе обеспечения имущественной ответственности и управления риском стоимость организации будет иметь вид:

$$C_t = C_0 - \sum_{i=1}^t \alpha_i \varepsilon_i (U_i + Z_i - V_i) + d_a \sum_{i=1}^t \alpha_i \varepsilon_i (C_0 - U_i - Z_i + V_i), \quad (1.6)$$

где C_0 – стоимость организации в начале расчетного периода $[0; t]$ без учета воздействия на риск; $i = 1, \dots, t$ – шаг моделирования; α_i – коэффициент дисконтирования на i -м шаге моделирования; определяется для постоянной E и переменной E_i нормы дисконта, $\alpha_i = (1 + E)^{-m}$; ε_i – коэффициент инфляции, $\varepsilon_i = 1/G_i$, где G_i – базисный индекс инфляции; U_i – размер ожидаемого ущерба (убыт-

ков) организации в случае материализации риска на i -м шаге; Z_i – затраты, связанные с разработкой и внедрением СУР, обеспечением имущественной ответственности на i -м шаге; V_i – размер ожидаемого возмещения ущерба (убытков) в соответствии с принятым способом воздействия на риск на i -м шаге; d_a – средняя доходность свободных (чистых) активов организации.

Важным отличием предлагаемого подхода является возможность стоимостной оценки риска причинения вреда по показателю «цена риска» (R) в случае возникновения ущерба с учетом размера такого ущерба (U), затрат, связанных с разработкой и внедрением СУР (Z) и размера возможного возмещения ущерба (V):

$$R = U + Z - V \quad (1.7)$$

Вред будет причинен, если размер фактического возмещения ущерба или убытков окажется либо недостаточным для их полного возмещения либо несвоевременным по отношению к понесенным затратам. Очевидно, такое условие наступает при $R > 0$.

Функциональными ограничениями модели являются цели и ресурсы организации, условия и принципы обеспечения ответственности, а также условия формирования денежных потоков в рассматриваемых сценариях управления риском.

Используя метод Хаустона в инновационной постановке, становится возможным справедливое распределение ответственности и риска между субъектами инвестиционной деятельности по проекту.

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы и заключение.

1). Современный этап развития цифровой экономики характеризуется несоответствием результата управления экономическим риском реальной ситуации риска, требованиям внедрения процессного подхода, обеспечения достоверности, информационного и компьютерного обеспечения.

2). Смена парадигмы менеджмента риска является закономерной и отражает результат внедрения современных научных достижений и цифровых технологий в теорию и практику управления рисками проекта.

3). Новая цифровая парадигма оптимального управления рисками проектов предусматривает отказ от гипотезы о нормальном распределении экономических характеристик проекта и сохранение требуемой информативности «цифры» в условиях процессного подхода.

4). Результаты вычислительного эксперимента подтверждают преимущества цифрового способа описания риска в достижении достоверности оптимальных решений по управлению рисками инвестиционных проектов.

5). На реальных проектах транспортного строительства показано, что применение цифровых технологий обеспечивает возможность достижения приемлемой для практических целей достоверности оценок и открывает новые возможности для эффективного управления рисками инвестиционных проектов в цифровой экономике.

Литература

1. **Качалов Р. М.** Управление экономическим риском: теоретические основы и приложения. СПб.: Нестор-История, 2012. 288 с.

2. **Опарин С. Г., Есипова Е. В., Гурова Ю. Е.** Оценка эффективности инвестиций в транспортное строительство с учетом неопределенности и риска // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2010. № 4 (102). С. 60–65.

3. ISO 31000:2009. Менеджмент риска – Принципы и руководство.

4. ISO/IEC 31010:2009. Менеджмент риска – Методы оценки риска.

5. ISO 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования.

6. **Oparin S., Chepachenko N., Yudenko M.** The role of social institutions in the activity of entrepreneurs in the construction sector // CBU International Conference on Innovations in Science and Education. March 22-24, Vol 5 (2017). Prague, Czech Republic. P. 337–342.

7. **Опарин С. Г., Чепель В. В.** Развитие теоретических основ экономической эффективности транспортного строительства в условиях саморегулирования // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2014. № 2 (192). С. 21–30.

8. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы / Утв. Указом Президента РФ от 09.05.2017 № 203.

9. **Опарин С. Г.** Процессно-ориентированная концепция управления рисками в экономике // Управление рисками в экономике: проблемы и решения. Труды НПК с международным участием / под ред. С. Г. Опарина. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. С. 18–26.

10. **Опарин С. Г.** Новая парадигма менеджмента риска в экономике фирмы и управлении бизнес-процессами // Conference Proceeding Volume I MANAGEMENT / XV International Scientific Conference «MANAGEMENT AND ENGINEERING '17». Days of Science at Tu-Sofia, June 25-28, 2017. Sozopol, Bulgaria. С. 20–27.

11. **Опарин С. Г.** Оценка качества сложной продукции по показателям надежности и живучести модифицированным методом статистического моделирования // Методология и практика оценки качества продукции. Л.: 1990. С. 74–80.

12. **Опарин С. Г., Леонтьев А. А., Казаку Е. В., Стасишина А. Е.** Методология управления риском потребности в дополнительном финансировании при составлении смет на строительство в дорожном хозяйстве ресурсным методом // Управление рисками в экономике: проблемы и решения. Труды научно-практической конференции с международным участием (РИСК'Э–2016) / Под ред. С. Г. Опарина. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. С. 26–38.

13. **Опарин S. G.** The Problem of Exceeding the Cost of Construction and New Opportunities to Solve it at the Stage of Project Preparation // Materials and Technologies in Construction and Architecture. Materials Science Forum: 2018. Vol. 931, pp. 1122–1126. DOI: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.931>. Trans Tech Publications, Switzerland.

14. **Опарин С. Г., Иванов Ю. М.** Структурно-параметрический синтез сооружений и конструкций с применением частично целочисленных оптимизационных моделей блочного типа // Повышение долговечности строительных конструкций железнодорожного транспорта. Межвузовский сборник научных трудов. М., 1992. С. 90–96.

15. **Авербах И. Л., Цурков В. И.** Целочисленные оптимизационные модели блочного типа // Математическое моделирование. 1990. Т. № 2. С. 39–57.

16. **Жиглявский А. А.** Математическая теория глобального случайного поиска. Л.: Изд-во ЛГУ. 1985. 296 с.