

Оценка рисков проектов по внедрению робототехнических комплексов *

И.В. Косорукова

доктор экономических наук, профессор, профессор Кафедры корпоративных финансов и корпоративного управления Финансового университета (г. Москва)

С.Ю. Перевозчиков

кандидат экономических наук, доцент, доцент Кафедры корпоративных финансов и корпоративного управления Финансового университета (г. Москва)

Ирина Вячеславовна Косорукова, ivkosorukova@fa.ru

Одной из целевых задач достижения национальной цели «Технологическое лидерство» в рамках Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 года № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» является «обеспечение технологической независимости и формирование новых рынков по таким направлениям, как ... средства производства и автоматизации», а в рамках достижения национальной цели «Устойчивая и динамичная экономика» поставлена задача вхождения к 2030 году Российской Федерации в число 25 ведущих стран мира по показателю плотности роботизации.

Таким образом, проблема оценки экономической эффективности проектов по роботизации производства в России является практически значимой. Одной из задач оценки эффективности проекта по роботизации производства является анализ их рисков, поскольку они влияют на формирование денежных потоков проекта в части оттоков, связанных с реализацией конкретного риска проекта, и ожидаемую доходность проекта.

Хотя исследований в этой области пока мало, проблемы систематизации и оценки рисков проектов по роботизации производства все же уже рассматриваются в неко-

торых работах (см., например, [2, 3]), также как и перспективы применения робототехнических комплексов и их эффективность (см., например, [4, 5]).

Определим основные понятия, которые будут использоваться далее.

Робототехнический комплекс (промышленный) (далее – РТК) – комплекс, состоящий из промышленного робота, рабочего органа (органов), датчиков на рабочем органе и оборудования, необходимого для выполнения задач по назначению, а также программные продукты для выполнения задания ¹.

Проект по внедрению РТК (далее – проект) – ограниченный по времени и затрачиваемым ресурсам комплекс мероприятий по осуществлению инвестиций (бизнес-план), предусматривающих внедрение и последующую эксплуатацию робототехнического комплекса (нескольких однотипных РТК) с обоснованием экономической (коммерческой) эффективности, объема и сроков осуществления капитальных вложений.

Риски при реализации проекта – все возможные неблагоприятные события, которые могут привести к нарушению сроков, удорожанию, снижению доходности или внеплановому прекращению проекта.

Как известно, риск является следствием неопределенности, которая порождает

* Статья подготовлена за счет средств Научного фонда Финансового университета на 2025 год.

¹ ГОСТ Р 60.0.0.4-2023/ISO8373:2021. Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/800/80030.pdf>

риск. В зависимости от источника неопределенности существует большое количество классификаций рисков (подробнее см. [7]). Такие классификации формируются по разным основаниям:

- по источнику возникновения;
- по природе возникновения;
- по сфере возникновения (см. [8]);
- по длительности воздействия;
- по отношению к субъекту (см. [9]) или объекту риска (см. [10]);
- по характеру рисков (см. [11]);
- по способам нивелирования риска (см. [12]) и т. п.

Из всего этого многообразия в отношении инвестиционных и инновационных проектов часто выделяют внешние (или неуправляемые, непредсказуемые, систематические) и внутренние (предсказуемые, управляемые, несистематические) риски (см. [12]).

В отношении проектов по внедрению РТК можно выделить риски общие для проекта и риски, присущие каждой стадии проекта по внедрению РТК. При этом можно обозначить следующие стадии (этапы) и подэтапы внедрения РТК на промышленном предприятии.

Этап 1. Анализ бизнес-процессов и оценка целесообразности внедрения РТК на предприятии:

- 1) анализ бизнес-процессов предприятия, оценка целесообразности внедрения РТК на предприятии, технический аудит;
- 2) технико-экономическое обоснование инвестиционного проекта;
- 3) разработка инвестиционного проекта и формирование внедренческой команды.

Этап 2. Проектирование внедрения РТК на предприятии:

- 1) формулирование технического задания (требование к РТК, решаемые им задачи и т. д.);
- 2) выбор оборудования (вид РТК) и его поставщика;
- 3) разработка схемы внедрения (распо-

ложение установок, маршрут движения заготовок и т. д.).

Этап 3. Интеграция интерфейса программного обеспечения РТК с ERP-системой² предприятия:

- 1) поставка и сборка РТК;
- 2) установка и настройка программного обеспечения РТК;
- 3) подключение к производственной линии и синхронизация с другим оборудованием.

Этап 4. Обучение персонала обслуживанию РТК:

- 1) обучение операторов РТК;
- 2) обучение инженеров РТК;
- 3) подготовка технической документации, внутренних регламентов обслуживания РТК.

Этап 5. Пуско-наладка и тестирование РТК:

- 1) пробный запуск РТК;
- 2) оптимизация работы РТК;
- 3) приемка и ввод РТК в эксплуатацию.

Этап 6. Эксплуатация и сопровождение РТК:

- 1) мониторинг работы РТК;
- 2) техническое обслуживание РТК;
- 3) анализ эффективности работы РТК.

Основными проблемами внедрения промышленных РТК в России являются:

- высокая стоимость и неопределенность экономических эффектов от внедрения РТК;
- импортозависимость;
- дефицит квалифицированных кадров;
- слабая цифровая инфраструктура. Как отмечается в работе [12], «для крупных предприятий ключевым фактором является интеграция РТК в ERP-системы, обеспечивающая цифровизацию процессов. Для МСП оптимальным решением становятся облачные PaaS-платформы, снижающие капитальные затраты»;
- низкий уровень готовности менеджмента;

² ERP (Enterprise Resource Planning) – организационная стратегия интеграции производства и операций, управления трудовыми ресурсами, финансового менеджмента и управления активами.

- низкий уровень локализации производств РТК.

Факторами изменения уровня риска при реализации проекта выступает изменение:

- размера задолженности предприятия;
- состава имущественного комплекса предприятия;
- степени вероятности возникновения ущерба в результате несчастных случаев на производстве;
- уровня риска нарушения технических процессов;
- уровня экологических рисков;
- прочее (в соответствии со спецификой конкретного проекта).

Проведенный анализ указанных информационных источников показал, что в отношении инвестиционных проектов можно выделить следующие виды рисков, которые также можно отнести к проектам по внедрению РТК:

- технические (риски, связанные с рабо-

тоспособностью и технологическими параметрами РТК);

- рыночные и коммерческие (риски, связанные с изменением внешней среды и спроса);
- организационные и кадровые (касаются управления проектом и подготовки персонала);
- информационные и кибер-риски;
- финансово-экономические (относятся к бюджету, затратам и ожидаемой доходности проекта);
- юридические и нормативные (проблемы с сертификацией РТК, трудовые споры при переподготовке сотрудников, изменение законодательства, регулирование государственной поддержки и т. д.);
- экологические и социальные.

Рассмотрим более подробно риски, относящиеся к каждому виду в отношении проектов по внедрению РТК (см. табл. 1).

Таблица 1³*Дифференциация рисков проектов по внедрению РТК*

Вид риска	Состав риска
Технический	<ul style="list-style-type: none"> • отказ оборудования (неисправности, поломки, брак поставщика) • несоответствие техническим характеристикам или производительности • несовместимость с существующей инфраструктурой • ограничения по адаптации программного обеспечения (ПО) / управляющих систем • ошибки при проектировании или монтаже
Рыночный и коммерческий	<ul style="list-style-type: none"> • снижение спроса на продукцию, выпускаемую с использованием РТК • рост конкуренции (в том числе со стороны компаний с более совершенными РТК) • непредсказуемое поведение потребителей • замедление окупаемости
Организационный и кадровый	<ul style="list-style-type: none"> • нехватка квалифицированных специалистов для обслуживания РТК • сопротивление персонала изменениям (высвобождение рабочих мест) • ошибки в планировании этапов внедрения • недостаточное обучение и мотивация персонала
Информационный и кибер-риск	<ul style="list-style-type: none"> • уязвимость ПО РТК к кибератакам • сбой в цифровом управлении (например по IoT-протоколам) • потеря или искажение данных • нарушения в цепочке цифровой интеграции с ERP/MES-системами

³ Здесь и далее таблицы подготовлены авторами.

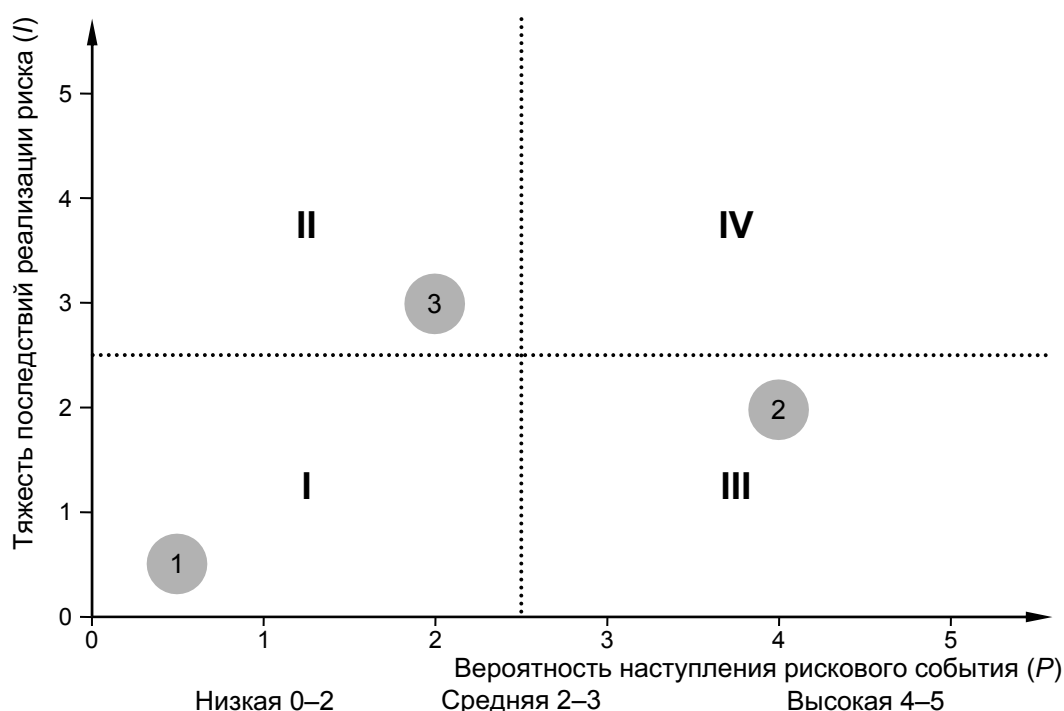
Финансово-экономический	<ul style="list-style-type: none"> • превышение запланированной стоимости (бюджета) • недополучение плановой прибыли • изменение стоимости комплектующих и расходных материалов • недооценка эксплуатационных расходов (техобслуживание, энергопотребление) • изменение налогового или льготного режима
Юридический и нормативный	<ul style="list-style-type: none"> • изменение требований технических регламентов и стандартов • проблемы с сертификацией РТК • сложности с оформлением лицензий и разрешений • трудовые споры при сокращении или переобучении персонала
Экологический и социальный	<ul style="list-style-type: none"> • рост энергопотребления и увеличение нагрузки на сеть • нарушения экологических норм • недовольство общественности в связи с автоматизацией рабочих мест • утилизация оборудования и аккумуляторов

Оценка и управление рисками проектов по внедрению РТК

Как известно, методы анализа и оценки риска делятся на качественные и количественные (подробнее см. [11]). При качественной оценке риска применяют экспертный метод, вариантам применения которого является метод Дельфи, метод балльных оценок, ранжирование (рейтингование, метод анализа иерархий), попарное сравнение), метод анализа уместности затрат, метод аналогий (см. [11]),

графические методы, SWOT-анализ (см. [13]). К количественным методам чаще всего относят статистические методы, анализ чувствительности, сценарный анализ, имитационное моделирование (в том числе метод Монте-Карло) и другие (см. [14–16]).

Выбор наиболее эффективных инструментов управления рисками проекта можно осуществить с помощью построения «карты рисков» (пример картирования (составление карты рисков) для проекта внедрения РТК приведен на рисунке).



Карта рисков проекта по внедрению РТК

На рисунке карта построена на плоскости в координатах «Вероятность наступления рискованного события (P)» (горизонтальная шкала, диапазон значений от 0 (наступление риска невозможно) до 5 баллов (реализация риска неизбежна) и «Тяжесть последствий реализации риска (I)» (вертикальная шкала) с диапазоном значений от 0 (при реализации риска ущерб не наносится) до 5 баллов (реализация риска нанесет ущерб в размере 100-процентной стоимости проекта). На обеих осях интервалы значений от 0 до 2, от 2 до 3 и от 4 до 5 соответствуют областям с низкой, средней и высокой значимостью.

Отметим, что вероятность наступления каких-либо событий, как правило, выражается в долях от 0 до 1, или от 0 до 100 процентов. В этом случае для оценки величины риска в баллах мы перевели процентную шкалу вероятности в 5-балльную шкалу: 0–20 процентов – 1 балл, 21–40 процентов – 2 балла, 41–60 процентов – 3 балла, 61–80 процентов – 4 балла и 81–100 процентов – 5 баллов.

Тяжесть последствий реализации риска должна оцениваться в денежном выражении, но для конкретного предприятия величина денежного выражения в зависимости от проекта может отличаться в десятки раз, поэтому в нашем случае для вертикальной оси мы также используем 5-балльную шкалу.

На построенную таким образом координатную плоскость наносятся области, соответствующие характеристикам выявленных рисков (серые круги с цифрами). На карте рисков также обозначены 4 области с различными соотношениями параметров «вероятность – важность», которые имеют следующие характеристики:

I – низкая вероятность наступления рискованного события и низкая тяжесть последствий для бюджета проекта по внедрению РТК (ситуацию с конкретным риском отражает кружок с цифрой 1);

II – низкая вероятность наступления рискованного события, но высокая тяжесть последствий (кружок с цифрой 3);

III – высокая вероятность наступления рискованного события, но низкая тяжесть последствий для бюджета проекта по внедрению РТК (кружок с цифрой 2);

IV – высокая вероятность наступления рискованного события и высокая тяжесть последствий для бюджета проекта по внедрению РТК.

В зависимости от попадания в ту или иную область карты должны быть приняты соответствующие решения по управлению рисками:

- отказ от риска (от проекта);
- передача риска (страхование);
- принятие риска (формирование резервов).

Очевидно, что отказ от риска (от проекта) или передача (страхование) риска будут характерны для области IV карты рисков.

Результатом применения карты рисков является составление перечня инструментов управления рисками, соответствующих выявленным рискам проекта (см. методы управления рисками в таблице 2). Затраты на финансирование каждого выявленного риска проекта определяются на основе анализа характеристик риска в разрезе каждого применяемого инструмента риск-менеджмента. При этом для оценки величины значения риска предлагается использовать следующую формулу:

$$R = P \times I,$$

где R – значение уровня риска, баллы;

P – вероятность реализации риска (определяется экспертным путем, здесь и далее эксперт может указывать одну цифру или интервал), баллы;

I – тяжесть последствий (воздействия) (определяется экспертным путем), баллы.

Для оценки уровня риска целесообразно использовать шкалу, приведенную в таблице 2.

Значения величины уровня рисков, полученные с использованием приведенной формулы, и примеры инструментов управления риском представлены в таблице 3 на с. 46.

Таблица 2

Шкала уровней риска

Уровень риска	Значение уровня риска (R)	Интерпретация значения уровня риска	Методы управления рисками
Низкий	1–5	Допустим стандартный контроль за событиями, приводящими к реализации риска	Принятие риска Применение приемлемого инструментария управления риском
Умеренный	6–9	Требуют внимания события, приводящие к реализации риска	Создание внутренних резервов Применение приемлемого инструментария управления риском
Средний	10–15	Необходимы меры снижения вероятности реализации риска	Создание внутренних резервов и (или) страхование рисков события Применение приемлемого инструментария управления риском
Высокий	16–25	Критичный уровень – требуется план снижения вероятности реализации риска	Страхование рисков события Применение приемлемого инструментария управления риском или отказ от проекта по внедрению РТК

Анализ и оценка рисков проекта по внедрению РТК необходимы для принятия управленческих решений по проекту, осуществления необходимых подготовительных мероприятий перед началом внедрения РТК, оценки целесообразности реализации проекта по внедрению РТК.

Неопределенность и риски проекта принято учитывать в его финансовой модели при оценке его эффективности в денежном потоке или в ставке дисконтирования (подробнее см. [16, 17]). В случае с оценкой рисков проектов по внедрению РТК практически все описанные риски будут учитываться в денежном потоке проекта. Учет осуществляется в виде оттоков денежных средств в рамках операционной или инвестиционной деятельности предприятия. Например, если взять за основу инструменты управления риском, указанные в таблице 3, то затраты на проведение тендерного отбора поставщика, энергоаудита, контроля качества, юридическую экспертизу договоров, маркетинговый анализ, обучение персонала необходимо отнести в оттоки денежных средств по операционной деятельности, а приобретение оборудования в лизинг, ново-

го ПО – в оттоки денежных средств по инвестиционной деятельности.

Заключение

Исходя из изложенного в рамках оценки рисков проектов по внедрению РТК необходимо:

- 1) идентифицировать связанные с реализацией инвестиционного проекта риски. В частности, можно воспользоваться ГОСТ Р ИСО 31000-2019 [18], в котором определены требования к процессу идентификации рисков, и применить требования к исходной информации, определенные Федеральным стандартом по актуарной деятельности [19];
- 2) установить природу рисков и их характеристики. Требования к процессу оценки величины рисков установлены ГОСТ Р 58771-2019 [20];
- 3) определить методы управления (обработки) идентифицированных рисков. Требования к инструментам и процедуре определения методов управления (обработки) рисков установлены ГОСТ Р 58771-2019. Определение методов управления рисками

Таблица 3

Примеры оценки уровней различных рисков проекта по внедрению РТК

Категория риска	Вид риска	Вероятность реализации риска (P)	Степень воздействия риска на проект (I)	Значение уровня риска (R)	Инструменты управления риском
Финансовый	Превышение бюджета на закупку РТК	Средняя (3)	Высокая (4)	12 (средний)	Резерв в смете, тендерный отбор поставщика
	Быстрое устаревание РТК	Средняя (3)	Средняя (3)	9 (умеренный)	Модульность, лизинг, обновляемость ПО
	Несовместимость РТК с существующим оборудованием	Низкая (2)	Очень высокая (5)	10 (средний)	Предпроектное обследование, пилотная интеграция
Технический	Ошибки в программном обеспечении управления РТК	Средняя (3)	Средняя (3)	9 (умеренный)	Тестирование, поддержка от разработчика
	Недостаточная квалификация персонала	Высокая (4)		12 (средний)	Обучение, наем внешних операторов
Кадровый	Простой производства при внедрении РТК	Средняя (3)	Высокая (4)	12 (средний)	Пошаговое внедрение, резерв времени
Коммерческий	Нарушения в контрактах или лицензировании ПО	Низкая (2)	Средняя (3)	6 (умеренный)	Юридическая экспертиза договоров
Рыночный	Снижение спроса на продукцию после внедрения	Низкая (1)		3 (низкий)	Маркетинговый анализ, гибкость в производстве
	Ошибки РТК на производстве (ведут к негативному имиджу)	Средняя (3)		9 (умеренный)	Контроль качества, тестовый период
	Рост энергопотребления и выбросов	Низкая (2)		6 (умеренный)	Энергоаудит, установка эффективных систем

возможно в том числе на основе применения метода картирования (составления карты рисков);

4) обосновать оптимальные варианты обработки идентифицированных рисков ⁴.

Выбор конкретного, реально доступного для реализующего инвестиционного проекта предприятия варианта обработки риска базируется на сравнении затрат, связанных с решениями:

- о передаче риска, например, страховой компании. В этом случае в денежный поток вносятся затраты на оплату страховой премии по договорам страхования риска;
- об оставлении риска на собственном удержании предприятия ⁵. В этом случае в денежный поток вносятся затраты на формирование специального резервного фонда, необходимого для компенсации вероятных убытков от реализации риска.

Идентификация и выявление характеристик рисков проектов дает возможность перейти к выбору инструментов управления ими, а также возможность выбора экономически наиболее эффективных инструментов и расчета необходимых затрат на финансирование рисков, которые отражаются в финансовой модели проекта.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ *

1. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года : Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 года № 309.

2. Еремин Н. А., Столяров В. Е., Гавриленко С. И., Астафуров С. Н., Подопригора В. Н., Гарипова А. А. Вопросы регулирования и рисков обустройства интеллектуальных и роботизированных нефтегазовых месторождений // Бурение и нефть. 2023. № 7-8.

URL: https://burneft.ru/archive/issues/detail.php?ELEMENT_ID=63294&ysclid=mdif2lidaqx390886937

3. Краковский Ю. М., Хоанг Н. А. Оценка ресурсно-затратного риска при организации ремонтных работ сложного роботизированного оборудования // Вестник ВГУ. Серия: Системный анализ и информационные технологии. 2019. № 4. С. 29–35.

4. Сунь Х., Чжуан С. Применение технологий искусственного интеллекта для оптимизации технологических процессов в производстве // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2024. № 4-2. С. 102–109. DOI: 10.37882/2223-2966.2024.4-2.30.

5. Ильин К. О., Губайдуллин А. Г., Халфин Р. С., Краевский Н. Н. Концепция и подходы для оценки перспектив роботизации технологических процессов ПАО «НК Роснефть». URL: https://digital.runeft.ru/4_2022/ilyin

6. ГОСТ Р 60.0.0.4-2023/ISO8373:2021. Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/800/80030.pdf>

7. Косорукова И. В., Бондарева Н. А., Жданова О. А. [и др.]. Корпоративные финансы. М. : Московский финансово-промышленный университет «Синергия», 2020. 432 с. EDN PWEETR.

8. Гюльмагомедова Г. А., Курков И. В. Классификация и основные факторы рисков инвестиционного проекта // Прикладные экономические исследования. 2024. № S 1. С. 191–195. URL: <https://doi.org/10.47576/2949-1908.2024.55.55.027>

9. Армашова-Тельник Г. С., Рыжова А. В. Системы классификации рисков в контексте современного теоретико-понятийного аппарата процесса управления рисками // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 5. № 2(143). С. 128–135. DOI:

⁴ См. пункт 6.5.2 ГОСТ Р ИСО 31000-2019.

⁵ На собственном удержании предприятия не могут быть оставлены риски, страхование которых является обязательным по закону.

* Доступ к указанным в перечне документам можно получить из любой поисковой системы, если не указано иное.

10.36871/ek.up.p.r.2024.02.05.015.

10. *Стерник С. Г., Арефьев Р. А.* О методах оценки финансовых рисков исполнителей проектов ГЧП // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2024. № 4 (271). С. 56–64. DOI: 10.24412/2072-4098-2024-4271-56-64.

11. *Кулик Ю. А., Волович В. Н., Привалов Н. Г., Козловский А. Н.* Классификация и качественная оценка рисков инновационных проектов // Записки Горного института. 2012. Т. 197. С. 124–125. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-i-kachestvennaya-otsenka-riskov-innovatsionnyh-proektov/viewer>

12. *Старкова А. П., Механошина А. А.* Анализ и классификация проектных рисков // Гуманитарный научный вестник. 2025. № 3. С. 143–151. DOI: 10.5281/zenodo.15198894.

13. *Афендикова Е. Ю.* Методы и инструменты управления рисками инновационного проекта // Вестник Таганрогского института управления и экономики. 2024. № 4. С. 9–15. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-i-instrumenty-upravleniya-riskami-innovatsionno-go-proekta/viewer>

14. *Зверева Е. В., Завгородний Д. Е.* Методы анализа рисков инвестиционных проектов. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-analiza-riskov-investitsionnyh-proektov-1/viewer>

15. *Король С. В., Дорожкин А. В.* Оценка и анализ проектных рисков на предприятии черной металлургии // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2005.

№ 11 (50). С. 86–93. EDN PFYECJ.

16. *Лейфер Л. А., Вожик С. В., Дубовкин А. В.* Практика использования имитационного моделирования для прогнозирования денежных потоков предприятия и анализа рисков при оценке бизнеса // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2003. № 4 (19). С. 62–73. EDN PUNCJF.

17. *Косорукова И. В., Суханова И. Г.* Методика оценки и пути решения проблемы неопределенности при оценке стоимости стартапов // Проблемы теории и практики управления. 2019. № 12. С. 100–117. EDN SXIYAR.

18. ГОСТ Р ИСО 31000-2019. Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент риска. Принципы и руководство : приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 декабря 2019 года № 1379-ст.

19. Федеральный стандарт actuarной деятельности «Actuarная деятельность при тарификации по видам страхования иным, чем страхование жизни» : утвержден Советом по actuarной деятельности 24 июня 2019 года (протокол № САДП-21) : согласован Центральным банком Российской Федерации 18 сентября 2019 года № 06-52-4/7157.

20. ГОСТ Р 58771-2019 Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент риска. Технологии оценки риска : приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 декабря 2019 года № 1405-ст.