

**Экономика сырьевого сектора****КВАНТИФИКАЦИЯ И ОЦЕНКА РИСКОВ  
ПРОЕКТОВ ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ  
РЕСУРСОВ В АРКТИКЕ****Михаил ДУДИН, Николай ЛЯСНИКОВ, Олег ПРОЦЕНКО, Валерий ЦВЕТКОВ**

Михаил Николаевич Дудин —  
доктор экономических наук, профессор,  
главный научный сотрудник Института менеджмента  
и маркетинга РАНХиГС  
(119571, Москва, просп. Вернадского, д. 82, стр. 1).  
E-mail: dudimn@mail.ru

Олег Дмитриевич Проценко —  
доктор экономических наук, профессор,  
научный руководитель Института менеджмента  
и маркетинга РАНХиГС  
(119571, Москва, просп. Вернадского, д. 82, стр. 1).  
E-mail: procenko@ranepa.ru

Николай Васильевич Лясников —  
доктор экономических наук, профессор,  
ведущий научный сотрудник Института  
менеджмента и маркетинга РАНХиГС  
(119571, Москва, просп. Вернадского, д. 82, стр. 1).  
E-mail: acadra@yandex.ru

Валерий Анатольевич Цветков —  
член-корреспондент РАН, доктор  
экономических наук, профессор, директор  
Института проблем рынка РАН  
(117418, Москва, Нахимовский просп., 47).  
E-mail: tsvetkov@ipr-ras.ru

**Аннотация**

В данной статье предпринята попытка разработки системного подхода к квантификации рисков проектов в условиях возможной интенсификации добычи углеводородных ресурсов (в первую очередь нефти и газа) в Арктике. Целью и предметом исследования является построение логически последовательной методической концепции квантификации рисков, которые имеют место при реализации арктических проектов нефтегазодобычи. Методически статья основывается на риск-ориентированном подходе к оценке рациональности и целесообразности интенсификации добычи углеводородных ресурсов в Арктике. В статье сформирован системный научно-методический подход к квантификации рисков арктических проектов с использованием широкой совокупности аналитических и прогнозных методов исследования. Компании ТЭК проявляют всё больший интерес к разведке и добыче углеводородных ресурсов в Арктике, что в целом является закономерным: российские запасы этих энергоносителей весьма высоки и в условиях роста спроса на энергетические ресурсы требуют рационального и интенсивного их освоения. Компании-операторы, осуществляющие непосредственные проекты добычи углеводородных ресурсов в Арктике, практически не публикуют информацию, связанную с рисками этих проектов. Но реализация арктических проектов характеризуется высокими рисками, эти риски весьма сложно оценивать количественно, поскольку получение исходной информации затруднено. В статье предложен системный научно-методический подход к квантификации и оценке рисков арктических проектов нефтегазодобычи. В методике структурированы основные типы и виды рисков, а также предложены инструменты их квантификации на основе использования методов экономико-математического моделирования и математической статистики. Результаты статьи могут быть использованы для анализа и квантификации рисков арктических проектов, связанных с добычей углеводородных ресурсов (а также других капиталоемких, ресурсо- и экологически емких инвестиционных проектов в сфере нефте- и газодобычи).

**Ключевые слова:** добыча нефти и газа, арктический шельф, запасы сырья, риски, арктические проекты, методы оценки рисков, квантификация.

**JEL:** L5, L51, L71, O13, O33, O44, Q32.

**А**рктический регион — это не только общемировое достояние, но и один из наиболее обеспеченных углеводородным сырьем регионов. Арктические месторождения углеводородных ресурсов принято относить к неконвектным или нетрадиционным, поскольку разведка, добыча, транспортировка сырья сопряжены с объективными трудностями, характеризуются высоким уровнем рисков. Одновременно с этим в зарубежных исследованиях показано, что уровень рискованности добычи углеводородов в Арктике не во всех случаях выше рисков, связанных с получением энергоносителей из других нетрадиционных источников (сланцевая нефть и газ, скопления тяжелых нефтей и битумов и т. п.). Поэтому, с одной стороны, Арктика рассматривается исключительно как природная лаборатория планеты, промышленно-производственная деятельность на территории которой должна быть ограничена. Но с другой стороны, растущие потребности экономики и социально-бытового сектора в энергетических ресурсах делают практически неизбежным переход от отдельных проектов добычи углеводородов в Арктике к промышленному освоению ее месторождений, поскольку порядка 22% всех мировых неразведанных запасов нефти и газа сконцентрировано именно в этом регионе.

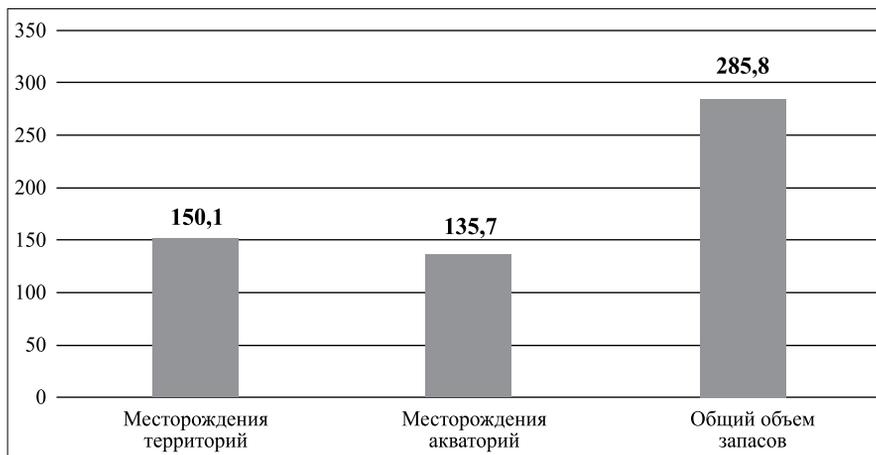
Для России как собственно Арктика, так и Крайний Север в целом — это территориальный регион, в котором нашли свое отражение и вопросы обеспечения национальной безопасности, и вопросы развития минерально-сырьевой базы. По отдельным оценкам, в российской Арктике сосредоточено 60% российской нефти (в том числе порядка 41% на шельфе) и 95% российского газа (в том числе порядка 70% на шельфе). Суммарные извлекаемые запасы арктического шельфа России оцениваются в 106 млрд т нефтяного эквивалента, включая запасы газа, оцениваемые в 70 трлн м<sup>3</sup>. Согласно данным, представленным в трудах российских ученых и экспертов, начальные извлекаемые ресурсы российской Арктики составляют 286 млрд т условных углеводородов (табл. 1, рис. 1).

Т а б л и ц а 1

**Характеристика запасов углеводородного сырья в российской Арктике, начало 2015 года**

Месторождения	Начальные извлекаемые запасы энергоносителей			
	Нефть (млрд т)	Газ попутный (млрд м <sup>3</sup> )	Газ свободный (трлн м <sup>3</sup> )	Конденсат (млн т)
Месторождения арктических территорий	51,2	2876,0	94,6	1378,0
Месторождения арктических акваторий	19,4	52 553,8	107,6	6325,2
Общий объем	70,6	5429,8	202,2	7703,2

*Источник:* [Конторович, 2015].



Источник: [Конторович, 2015].

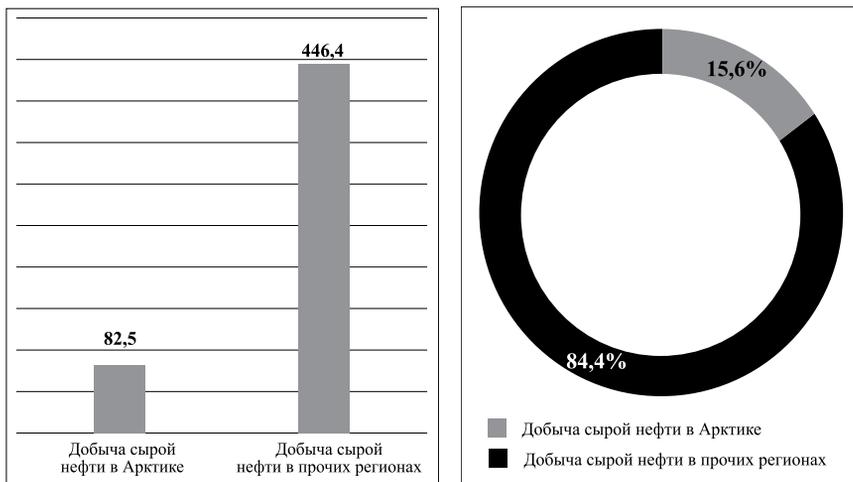
Рис. 1. **Общий объем запасов энергоносителей в российской Арктике, начало 2015 года** (млрд условных углеводородов)

Следует отметить, что помимо запасов углеводородного сырья российская арктическая зона имеет значительные запасы иных минеральных ресурсов [Конторович, 2015; Бортников и др., 2015]. По состоянию на начало 2016 года общий объем добычи сырой нефти в российской Арктике составил порядка 82,5 млн т (рис. 2).

Фактически на начало 2016 года удельный вес добычи сырой нефти в Арктике составил порядка 16% от общероссийского показателя. При этом стоит отметить, что удельный вес добычи газа в Арктике составляет более 81% от общероссийского показателя (рис. 3). Поэтому Арктика может рассматриваться как геостратегический регион в определении приоритетов национального развития Российской Федерации. Сложные климатические условия, удаленное расположение, а также хрупкость арктической экосистемы аксиоматично делают любые инфраструктурные, коммерческие или социальные проекты чрезвычайно капиталоемкими.

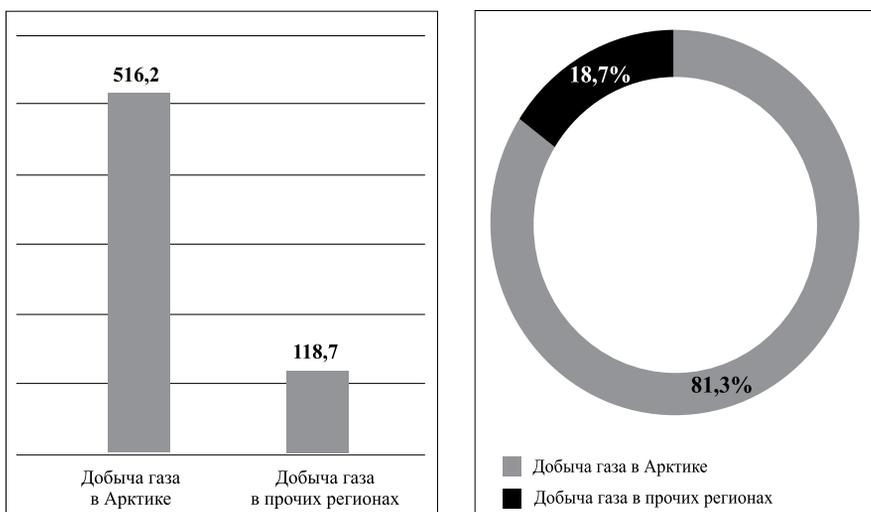
Такие проекты требуют значительных объемов инвестиционных вложений не только в формирование материальной базы, но и в разработку соответствующих технологий, применение которых будет одновременно и экологически безопасным, и экономически выгодным. Соответственно, риски в таких проектах можно рассматривать и в экономическом, и в социальном, и в экологическом, и в финансовом контексте.

Отсюда следует, что реализация каких-либо проектов по разработке нефтегазовых ресурсов арктической зоны обуславливает необходимость объективной оценки внутренних и внешних рисков, включая вероятность наступления конкретного вида рискового события,



Источник: [Конторович, 2015; Бортников и др., 2015].

**Рис. 2. Сравнение объемов добычи сырой нефти в российской Арктике и в прочих добывающих регионах, 2015 год (млн т; %)**



Источник: [Конторович, 2015].

**Рис. 3. Сравнение объемов добычи газа в российской Арктике и в прочих добывающих регионах, 2015 год (млн м³; %)**

а также определение размера потенциального ущерба от него. При этом хозяйствующие субъекты, реализующие проекты по освоению углеводородных запасов в Арктике, обычно отражают риски своей деятельности в публикуемой финансовой отчетности, но эти риски не имеют количественной оценки и обычно выражены в вербальной форме. Поэтому необходимы современные количественные подходы

к оценке рисков реализации инвестиционных или прочих проектов в Арктике, которые будут характеризоваться квантификацией предоставляемой информации.

Квантификация рисков представляет собой формальный и систематический подход к оценке вероятности возникновения и последствий опасных событий, количественное выражение рисков для людей, окружающей среды и бизнеса. Предоставление квантифицированной информации о рисках позволит оценивать надежность и достоверность количественных результатов по разведке и оценке полезных ископаемых, определять критические допущения и движущие элементы риска в рамках реализации того или иного арктического проекта.

Согласно действующим нормам российского законодательства лицензии на реализацию арктических проектов, связанных с добычей углеводородных ресурсов в Арктике, могут получать только добывающие компании с государственным участием и с опытом работы в подобных проектах не менее 5 лет. Этим критериям соответствуют только две добывающие компании в России — «Роснефть» и «Газпром».

В 2015 году геологоразведочные работы в российской Арктике велись на 75 лицензионных участках, а до 2020 года указанные компании должны пробурить 36 поисковых и 15 разведочных скважин. Работа компаний в арктической зоне связана с уникальными рисками, которые необходимо тщательно просчитывать на всех этапах реализации проектов. Добыча углеводородов предполагает активное воздействие на экологическую систему Арктики. Аварийные разливы нефти, сбросы сточных вод с содержанием цинка, магния, а также выбросы вредных веществ в воздух могут причинить непоправимый экологический ущерб и ведут к деградации ландшафтов. Жесткие экологические требования, суровые природные условия Арктических районов определяют повышенные требования к принимаемым техническим, природоохранным и технологическим решениям, к используемой технике, к технологиям и материалам, к срокам проведения работ и т. д.

Активизация природоохранных организаций, выступающих против нефтегазовой деятельности в Арктике, а также значительные экологические риски арктических проектов могут существенно осложнить планы по их реализации и нанести экономический ущерб компаниям, по вине которых был нанесен вред экологической системе. Дополнительную финансовую нагрузку на арктические проекты может наложить ужесточение национальных и международных требований по промышленной и экологической безопасности, в частности требований в отношении наличия оборудования для оперативного бурения разгрузочных скважин в случае разливов нефти.

Устойчивость экосистемы Арктики довольно слаба, а чувствительность корпораций к катастрофам сравнительно высока. В ответ на вызовы рынка внимание российских компаний, реализующих проекты добычи углеводородов в арктической зоне, фокусируется на снижении рисков и извлечении наиболее рентабельных ресурсов. Для успешной, стабильной и безопасной работы в Арктике основополагающее значение для компаний приобретает формирование эффективных систем и процессов управления рисками, которые позволяют снизить неопределенность и минимизировать риски.

В целях снижения рисков и ущерба при хозяйствовании и недропользовании в Арктической зоне России реализация всех крупных проектов должна предваряться эффективной количественной оценкой, направленной на снижение неопределенности прогнозов. В своих более ранних исследованиях [Dudin et al., 2015; Dudin et al., 2016] мы уже указывали, что добыча полезных ископаемых в Арктике сопряжена как с неоспоримыми выгодами, которые обусловлены значительным объемом запасов углеводородов, так и с угрозами наступления тех или иных нежелательных событий. И эти нежелательные события по своим последствиям могут повлиять и на арктическую экосистему, и в целом на устойчивость глобального социально-экономического развития. Поэтому своевременная идентификация тех или иных угроз (рисков), их квантификация, а также определение мер противодействия является значимой научной и практической задачей.

В общем виде оценка рисков и угроз, в том числе связанных с реализацией арктических проектов по добыче углеводородных ресурсов, имеет вид как на рис. 4.

Существует определенное методическое разнообразие в подходах к оценке рисков, в том числе имеющих место в проектах, связанных с добычей углеводородных ресурсов. В частности, общие нормативные положения относительно рисков нефтегазодобычи с использованием различных технологических решений изложены в соответствующих государственных стандартах, которые во многом унифицированы с методологией ISO<sup>1</sup>.

Но здесь следует отметить, что предлагаемые формализованные подходы позволяют анализировать и оценивать риски, имеющие объективное количественное и стоимостное выражение. Например, риски надежности, риски безопасности активов и экологические риски

---

<sup>1</sup> См., например: ГОСТ Р ИСО 17776–2010 «Менеджмент риска. Руководящие указания по выбору методов и средств идентификации опасностей и оценки риска для установок по добыче нефти и газа из морских месторождений» (статус — действующий; Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2010 № 1147-ст); ГОСТ Р 54483-2011 (ИСО 19900:2002); «Нефтяная и газовая промышленность. Платформы морские для нефтегазодобычи. Общие требования» (статус — действующий; Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.10.2011 № 503-ст).



Рис. 4. Унифицированная схема оценки рисков и угроз, в том числе связанных с реализацией арктических проектов по добыче углеводородных ресурсов

оцениваются по совокупности показателей, измерение которых не вызывает особых проблем. Напротив, многие риски, связанные с добычей углеводородных ресурсов в арктических условиях, не всегда имеют инвариантное количественное или стоимостное выражение. В частности, из таких рисков стоит выделить объективность оценки запасов месторождений в условиях международной кооперации в арктических проектах и т. п.

Вот почему мы считаем необходимым дополнить и развить методическую базу, которая может быть использована для анализа и оценки рисков, связанных с реализацией проектов добычи углеводородных ресурсов в Арктике. И первую очередь необходимо обратить внимание на то, что до настоящего времени унифицированная схема классификации рисков арктических проектов (в данном случае мы рассматриваем только риски проектов добычи углеводородных ресурсов) в научной литературе не предложена. Поэтому своей основной задачей мы считаем разработку именно такой схемы.

Обзор публикаций [Баранник, Вознюк, 2009; Smith, 2010; Harsem et al., 2011; Farré et al., 2013; Humrich, 2013; Яшталова, 2013; Проворная и др., 2014; Climate Change., 2014; Ren et al., 2015; Clerici et al., 2015; Lappo, Danilova, 2015; Kedar, 2016; Chater, 2016] по тематике данной статьи показывает, что существует ряд оснований для классификации рисков рассматриваемых проектов:

- по стадиям (риски предпроектного, проектного и постпроектного этапа);
- по источникам возникновения (внешние, внутренние, риски эндогенного или экзогенного характера);
- по ключевым проектным разделам (риски технические, экономические, рыночные, экологические);
- по специфике отрасли добычи углеводородных ресурсов (достаточность и исчерпаемость запасов, обоснованность и достоверность данных о составлении сырьевой базы, устойчивость технологий и оборудования в условиях Крайнего Севера).

И это далеко не полный перечень оснований для классификации рисков арктических проектов. Однако очевидно, что предлагаемые классификационные подходы во многом акцентируют внимание либо на единичных рисках, либо на взаимосвязанных рисках, не разделяя при этом, что есть причина, а что — следствие в реализации рисков событий. Поэтому мы предлагаем структурировать всю совокупность рисков, которые могут иметь место в арктических проектах, как первичные (определяющие условия, в которых будет реализовываться арктический проект) и производные (как факторы, определяющие успешность реализации арктических проектов; рис. 5).

При этом первичные риски стоит рассматривать как экзогенно и эндогенно заданные. Экзогенно заданные риски — это внешний, а эндогенно заданные — внутренний контур экономико-энергетического обмена. Соответственно, здесь стоит выделять совокупность институциональных (в том числе эколого-правовых), рыночно-технологических и социально-экономических рисков, которые являются следствием аналогичных процессов, протекающих в мировой и национальной экономиках. Производные риски стоит рассматривать с точки зрения отраслевой и корпоративной принадлежности.

В рамках рисков, имеющих отраслевую принадлежность, мы предлагаем выделять группу рисков структурного дисбаланса (отраслевой структурной несбалансированности) и конкурентных диспропорций. В рамках рисков, имеющих корпоративную принадлежность, — группы экономико-производственных, управленческо-производственных и управленческо-технологических рисков.



Рис. 5. Классификационная схема ключевых рисков, возникающих при реализации арктических проектов, связанных с добычей углеводородных ресурсов

Таким образом, предлагаемая схема классификации рисков арктических проектов, связанных с добычей углеводородных ресурсов, унифицирована по двум типовым основаниям (риски первичные и риски производные от первичных) и по нескольким видовым группам, аутентичным для каждого типового основания рисков. И теперь, переходя к методам анализа и оценки рисков, которые могут иметь место в арктических проектах, мы хотим отметить, что существующие научные подходы ориентированы преимущественно на то, чтобы проанализировать и оценить ущерб, который может быть получен в каком-либо арктическом проекте. Это очевидно верный подход,

поскольку мы знаем, что как с нормативно-правовой<sup>2</sup>, так и с управленческой точки зрения добыча любых ресурсов должна характеризоваться:

- во-первых, физической доступностью минерально-сырьевых или иных источников получения энергии;
- во-вторых, экономической целесообразностью проведения работ, связанных с добычей, переработкой и распределением энергоносителей от производителя к потребителям (экономическому и социально-бытовому секторам).

Поэтому оценка вероятного ущерба — важнейшая процедура менеджмента рисков в арктических проектах. Но выше мы уже показали, что не всякий рискованный параметр может иметь количественное или стоимостное выражение. Например, весьма сложно оценивать влияние институциональных рисков или рисков отраслевого структурного дисбаланса, а также конкурентных рисков на успешность (доходность/прибыльность) и результативность реализации арктических проектов. Фактически объективную и относительно достоверную количественную оценку ущерба можно получить только в рисках, имеющих корпоративную принадлежность.

Но релевантность такой оценки для системного понимания целесообразности интенсификации добычи углеводородных ресурсов в Арктике будет явно невысокой. Ряд российских и зарубежных ученых, также считающих важным оценивать не только риски корпоративной принадлежности, но и в целом риски геополитического и внешнеэкономического контекста, который стоит считать экзогенно заданным, предполагают использовать для этого:

- либо традиционные экспертные методы оценки, в том числе по методике Дельфи или Brainstorm;
- либо современные методы, в том числе основанные на методиках долгосрочного сканирования горизонтов или на методиках, предполагающих трансформацию качественных оценок в количественные.

Экспертные методы оценки, по нашему мнению, характеризуются значительной долей субъективизма, а кроме того, здесь важно также учитывать такой параметр, как «согласованность экспертных мнений». С одной стороны, высокий показатель согласованности экспертных мнений позволяет быть уверенными в том, что все специалисты, при-

---

<sup>2</sup> Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 01.11.2013 № 477 «Об утверждении Классификации запасов и ресурсов нефти и горючих газов» (действующий).

влеченные к оценке, интерпретируют ситуации одинаково закономерно, с другой — не стоит забывать о том, что одинаковая трактовка закономерностей не является должной гарантией объективности, а значит, может не давать достоверной и релевантной оценки рисков.

Существует также такой аспект, как сложность выбора показателей из совокупности всех параметров и критериев, характеризующих экзогенно и эндогенно заданные условия реализации арктических проектов с учетом принимаемых и контролируемых рисков. Поэтому экспертный подход нельзя полностью исключать из аналитических и оценочных методов определения уровня рисков арктических проектов. Но его стоит модифицировать с использованием методов математической статистики — в рамках теории нечетких множеств, которая позволяет трансформировать качественные экспертные мнения в количественную оценку вероятности рисков.

Итак, резюмируя вышесказанное, мы предлагаем оценивать первичные риски арктических проектов с использованием методов трансформации качественных оценок в количественные оценки на основе математического аппарата (теории нечетких множеств), который будет дополнен вероятностным анализом, что позволяет дифференцировать экспертные мнения с точки зрения закономерности и случайности (метод Монте-Карло) [Орлова и др., 2015; Vox et al., 2015]:

$$x_{n+1} = (ax_n + b) \bmod m,$$

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(x) dx. \quad (1)$$

$$\dot{A} = \{u, MF(u) | u \in U\},$$

$$\dot{A}_r = \frac{\sum p_i \cdot r_i}{\sum r_i}, \quad (2)$$

где  $x_{n+1}$  — генерируемая случайная величина, начальное значение ( $x_n$ ) которой задается при формулировании задачи;

$a$  — множитель;

$b$  — инкремент (целочисленная константа);

$m$  — модуль;

$F(x)$  — интегральная функция распределения, где плотность вероятности распределения находится в интервале от  $x$  до  $x + d$ ;

$\dot{A}$  — нечеткое множество на универсальном множестве  $U$  (универсальное множество может быть и непрерывным, и дискретным);

$MF(u)$  — функция принадлежности отражает степень принадлежности элемента  $u \in U$  к нечеткому множеству;

$A_i$  — уровень рисков арктического проекта, определяемого на основании нечеткого множества «величина  $i$ -го риска» и «вероятность реализации  $i$ -го рискового события»;

$p_i$  — эмпирически оцененная (или математически смоделированная) вероятность реализации риска;

$r_i$  — эмпирически оцененная (или математически смоделированная) величина риска.

Методические аспекты оценки производных рисков также имеют определенные пробелы. В частности, практически все российские ученые сходятся во мнении, что сегмент нефтегазодобычи доминирует в российском топливно-энергетическом секторе в том числе за счет протекционистских мер и это приводит к тому, что национальная энергетика характеризуется и структурным дисбалансом, и конкурентной непропорциональностью (конкурентными диспропорциями), но вместе с тем эти риски — сложно оцениваемые в количественном выражении.

Поэтому мы считаем необходимым предложить формульно-методический инструментарий их оценки. Прежде всего отметим, что структурно риски, имеющие отраслевую принадлежность, обусловлены отсутствием качественных изменений в национальном топливно-энергетическом секторе. Иными словами, если российский энергетический рынок (на стороне поставщиков и провайдеров) не характеризуется изменениями (структурными сдвигами), а удельный вес доминирующих рыночных сегментов остается неизменно высоким, то это можно рассматривать как стагнацию, ведущую к дальнейшему производственному и рыночному дисбалансу. Понимание того, что доминирование отдельных сегментов в отрасли и секторов в экономике является структурным риском, присутствовало еще в советской экономической науке. Так, например, в своих трудах Лев Казинец [Казинец, 1969] более чем полвека назад предложил методы измерения структурных сдвигов в экономике, которые мы несколько модифицировали в соответствии с тематикой данной статьи:

$$st = 1 - \sqrt{\sum \left| \frac{p_{n+1}}{p_n} - 1 \right| \cdot p_{n+1}}, \quad (3)$$

где  $st$  — коэффициент структурных сдвигов, характеризующий риски структурной несбалансированности в отрасли;

$p_n$  и  $p_{n+1}$  — соответственно удельный вес энергетического сегмента (по типу и виду первичного энергоносителя) в предыдущем (базисном) и текущем периоде.

Рассматривая конкурентные риски или риски конкурентных диспропорций, которые имеют также отраслевую принадлежность, сле-

дует отметить, что здесь важнее всего исследовать влияние мер и барьеров, ограничивающих конкуренцию. Как уже говорилось, согласно нормам российского законодательства арктические проекты, связанные с добычей углеводородных ресурсов, могут реализовывать только компании с государственным участием, имеющие опыт в аналогичных проектах не менее 5 лет. Очевидно, что в такой трактовке законодательные меры прямо ограничивают конкуренцию в арктических проектах.

Кроме того, стоит напомнить, что доля государственного протекционистского участия в российском топливно-энергетическом секторе весьма велика. Отсюда, преобразуя индекс Херфиндала — Хиршмана, мы можем получить следующую формулу для расчета конкурентных диспропорций:

$$cd = \sqrt{r_1^2 + r_2^2 + r_3^2 + \dots + r_n^2}, \quad (4)$$

где  $cd$  — коэффициент риска конкурентных диспропорций;

$r_1 \dots r_n$  — удельный вес в национальном экономико-энергетическом обороте добывающих (генерирующих) и распределительных государственных компаний, компаний с государственным участием и/или защищенных протекционистскими мерами.

Риски, которые имеют корпоративную принадлежность, также требуют уточнения методического аппарата их оценки. Экономико-производственные риски, имеющие корпоративную принадлежность, предлагается рассчитывать в контексте реализуемых арктических (или прочих наукоемких, инновационных, инвестиционных энергетических) проектов как скорректированное отношение их капиталотдачи и капиталоемкости с учетом физической доступности добычи (на основе располагаемых технологий) и коэффициента изменения рыночной стоимости углеводородного ресурса. Фактически данный показатель можно рассматривать как индикатор экономических выгод. Его уточненное значение будет представлять собой уровень экономико-производственных рисков:

$$k_e = 1 - \sqrt{\left(\frac{c_p}{c_i}\right) \cdot \left(\frac{k_v}{k_a}\right)}, \quad (5)$$

где  $k_e$  — коэффициент экономико-производственных рисков в арктических проектах;

$c_i$  и  $c_p$  — соответственно капиталоемкость (отношение стоимости произведенных капитальных вложений к сумме полученных/планируемых к получению доходов) и капиталотдача (отношение суммы полученных/планируемых к получению доходов к стоимости сформированных активов) в арктических проектах;

$k_a$  и  $k_v$  — соответственно коэффициент физической доступности добычи углеводородных ресурсов при располагаемых технологиях и коэффициент изменения цены (отношение рыночной цены на углеводородные ресурсы в постпроектной и предпроектной стадии).

Физическая доступность обычно оценивается в проектной и сметной документации на основании обоснованности данных, полученных при проведении геологоразведочных работ, либо, согласно зарубежным исследованиям, коэффициент физической доступности можно оценить эмпирическим путем на основе сопоставления разведочных данных с моделируемыми (или прогнозируемыми) показателями арктического проекта, связанного с добычей углеводородных ресурсов. Соответственно, здесь может быть предложена следующая ранжированная шкала оценки (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

**Ранжированная шкала для эмпирической оценки физической доступности добычи углеводородных ресурсов в арктических проектах**

Эмпирический показатель физической доступности	Значение коэффициента
Физическая доступность практически отсутствует	От 0,01 до 0,2
Низкая физическая доступность	От 0,21 до 0,4
Средняя физическая доступность	От 0,41 до 0,5
Физическая доступность выше средней	От 0,51 до 0,6
Высокая физическая доступность	От 0,61 до 0,8
Очень высокая физическая доступность	Более 0,81

*Источник:* предложено авторами.

Управленческо-технологические риски, относимые на корпоративную принадлежность, целесообразно рассчитывать как уточненное значение трех компонент:

- устойчивости технологий и оборудования (как удельный вес отказов и аварий, полученных в рамках предпроектных испытаний либо выявленных в процессе деятельности);
- потенциального экологического ущерба, подлежащего восстановлению (как правило, такие показатели публикуются независимыми природоохранными организациями либо определяются в экологическом разделе арктического проекта на основе мотивированного заключения его экологического аудита);
- достоверности целеполагания (как отношение количественной либо стоимостной оценки фактически достигнутых целей к аналогичным проектным показателям).

Соответственно, уточненная формула для расчета управленческо-технологических рисков арктических проектов будет иметь следующий вид:

$$k_m = \sqrt{(1-l_s) \cdot l_d \cdot (1-l_t)}, \quad (6)$$

где  $k_m$  — коэффициент управленческо-технологических рисков в арктических проектах;

$l_s, l_d, l_t$  — соответственно показатели, характеризующие уровень устойчивости оборудования и технологий, уровень невозстановимого экологического ущерба и уровень достоверности целеполагания.

Полученные результаты по каждой группе рисков арктических проектов, связанных с добычей углеводородных ресурсов, оптимально интерпретировать на основе сравнительного анализа их уровней и динамики. Для того чтобы продемонстрировать работоспособность предлагаемой методики, далее нами проведена оценка рисков двух арктических проектов:

- 1) реализуемый в настоящее время арктический проект на природном месторождении «Приразломное» (оператор проекта ООО «Газпром нефть шельф»);
- 2) планируемый к реализации проект на лицензионном участке «Восточно-Сибирский 1» (оператор проекта ООО «РН-Шельф-Арктика»), который в настоящее время находится в поисковой стадии.

Прежде всего нам необходимо провести оценку первичных рисков, и эти риски будут характерны для обоих рассматриваемых проектов. Оценка данных рисков проводилась путем сбора экспертных мнений (в том числе и открытых аналитико-статистических данных<sup>3</sup>) относительно социально-политического, рыночно-технологического и институционального контекста добычи [Farré, 2014; Climate Change..., 2014; Ren et al., 2015; Clerici et al., 2015; Lappo, Danilova, 2015; Kedar, 2016; Chater, 2016]. Для того чтобы элиминировать субъективность

<sup>3</sup> Energy Balance. Russian Federation // International Energy Agency [electronic resource], available at: [https://www.iea.org/Sankey/#?c=Russian%20Federation&s=Balance free \(data view 31.11.2016\)](https://www.iea.org/Sankey/#?c=Russian%20Federation&s=Balance free (data view 31.11.2016);); Статистика // Министерство энергетики Российской Федерации [электронный ресурс], доступно в: <http://minenergo.gov.ru/activity/statistic>, свободный (дата обращения 12.12.2016); Аналитика // Национальная ассоциация энергетиков России [электронный ресурс], доступно в: <http://насер.ru/category/analitika>, свободный (дата обращения 12.12.2016); Global Environment Outlook-5 // United Nations Environment Program [electronic resource], available at: [http://www.unep.org/geo/geo5.asp free \(data view 31.11.2016\)](http://www.unep.org/geo/geo5.asp free (data view 31.11.2016);); Country Profiles // IRENA (International Renewable Energy Agency) [electronic resource], available at: [http://resourceirena.irena.org/gateway/# free \(data view 31.11.2016\)](http://resourceirena.irena.org/gateway/# free (data view 31.11.2016);); International Arctic Science Committee [electronic resource], available at: [http://iasc.info/ free \(date 15.12.2016\).](http://iasc.info/ free (date 15.12.2016).)

оценок и мнений экспертов, было выбрано порядка 30 публикаций, посвященных анализу рисков арктических проектов, которые были подготовлены российскими и зарубежными учеными в период с 2010-го по 2016 год включительно. На основании систематизации, обобщения и структурирования единичных рисков в каждой первичной рискованной группе было дано их лингвистическое описание, которое представлено в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

**Вербальное описание первичных рисков, характерных для арктических проектов, связанных с добычей углеводородных ресурсов**

Группа	Единичные риски группы
Социально-политические риски (R <sub>1</sub> )	Промышленные разработки арктических месторождений могут оказать (и уже частично оказывают) негативное воздействие на быт и жизнедеятельность коренного и ассимилированного населения Крайнего Севера, в том числе промышленное освоение ресурсного потенциала Арктики является одной из основных причин ухудшения экологической обстановки
	Усиление политической конфронтации как между приарктическими странами, так и между этими странами и странами, формирующими пул наблюдателей в Арктическом Совете, в результате незавершенности процесса разграничения территориальных границ арктического шельфа
	Использование Арктики не только в качестве научного и промышленного плацдарма, но и для размещения военных баз, что может негативно повлиять на дипломатические отношения между приарктическими и прочими странами
Рыночно-технологические риски (R <sub>2</sub> )	В новой энергетической цивилизации, контуры которой формируются в настоящее время, энергетическое обеспечение будет не столько топливным, сколько высокотехнологичным. Соответственно, будут создаваться новые рыночные сегменты, что может привести к изменению доминирующей позиции углеводородов на аутсайдерскую позицию
	Несмотря на то что используемое оборудование и технологии в Арктике уже характеризуется высокой устойчивостью, необходимо продолжение научно-исследовательских работ в этом направлении, что требует увеличения и государственного, и частного финансирования. Однако целесообразность такого финансирования (с учетом трансформации энергетического рынка) во многом является спорной. При отсутствии новых прорывных технологий нефтегазодобыча и транспортировка углеводородов из Арктики могут стать причиной цивилизационных катаклизмов
	Наблюдаемое снижение рыночных цен на углеводородные ресурсы является не конъюнктурным, но стратегическим, поскольку текущий этап можно рассматривать как завершающую стадию эксплуатации топливной энергетики. Соответственно, при высокой себестоимости нефтегазодобычи в Арктике экономическая эффективность может стать недостаточно высокой для самоокупаемости проектов
Институциональные риски (R <sub>3</sub> )	Законодательно-правовая платформа в части промышленного освоения ресурсного потенциала Арктики характеризуется протекционизмом, что, с одной стороны, делает государство ответственным за реализацию арктических проектов, но с другой — прозрачность реализации арктических проектов становится минимальной
	В России пока еще не сформирована оптимальная институционально-инновационная среда, которая способствовала бы развитию многосторонних форм государственно-частно-научного партнерства. Это оказывает негативное влияние на научное обеспечение арктических проектов
	Сложившаяся деловая среда в национальном энергетическом секторе характеризуется отсутствием достаточной конкуренции и наличием олигополии, что не позволяет малому и среднему предпринимательству принимать участие в арктических проектах. Это негативно сказывается на использовании созидательного и экономического потенциала указанных предпринимательских сегментов

Источник: систематизировано, обобщено и составлено авторами.

Нами было проведено ранжирование рисков с учетом того, что нечеткое множество в данном случае будет образовано двумя вербальными переменными: «величина риска (рисков)» и «вероятность риска (рисков)». Соответственно, величина риска будет иметь интервал изменений от 5 до 95%, поскольку:

- риски, имеющие величину менее 5%, стоит отнести к погрешностям статистической интерпретации;
- риски, имеющие величину более 95%, стоит рассматривать в аспекте неустранимости их влияния, и, соответственно при таком уровне рисков арктический проект невозможно реализовать.

Вероятность риска будет иметь интервал от 0,00 до 1,0 (от «вероятность реализации рискового события отсутствует» до «вероятность реализации рискового события максимальная»). На основе количественной оценки двух вербальных переменных был построен ранжированный ряд единичных первичных рисков с учетом разброса экспертных мнений (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

**Экспертная (эмпирическая) оценка единичных рисков, образующих группу первичных рисков в арктических проектах**

Единичные риски (символьное обозначение)	Экспертная оценка	
	Величина единичного риска (%)	Вероятность реализации рискового события
Риск $r_{11}$	От 45 до 58	От 0,2 до 0,4
Риск $r_{12}$	От 22 до 36	От 0,5 до 0,6
Риск $r_{13}$	От 34 до 55	От 0,4 до 0,5
Риск $r_{21}$	От 30 до 42	От 0,3 до 0,4
Риск $r_{22}$	От 15 до 29	От 0,11 до 0,39
Риск $r_{23}$	От 40 до 60	От 0,2 до 0,6
Риск $r_{31}$	От 18 до 31	От 0,25 до 0,35
Риск $r_{32}$	От 40 до 70	От 0,5 до 0,67
Риск $r_{33}$	От 60 до 85	От 0,4 до 0,75

*Источник:* систематизировано, обобщено и составлено авторами.

С использованием алгоритмов Монте-Карло на основе проведения последовательных итераций моделирования случайных чисел были получены уточненные значения величин единичных рисков и их вероятностей (реализации рисковых событий). Данные, полученные с использованием метода Монте-Карло, представлены в табл. 5.

Используя аппарат теории нечетких множеств, получаем вероятностную величину первичных рисков, которая составляет 39,7%.

Т а б л и ц а 5

**Математически смоделированные оценки единичных рисков, образующих группу  
первичных рисков в арктических проектах**

Единичные риски (символьное обозначение)	Оценка на основе моделирования	
	Величина единичного риска (%)	Вероятность реализации рискового события
Риск $r_{11}$	46,3	0,217
Риск $r_{12}$	27,1	0,503
Риск $r_{13}$	34,8	0,440
Риск $r_{21}$	30,2	0,331
Риск $r_{22}$	23,5	0,128
Риск $r_{23}$	47,7	0,564
Риск $r_{31}$	19,9	0,276
Риск $r_{32}$	40,4	0,509
Риск $r_{33}$	61,6	0,582
<i>Итого, по совокупности первичных рисков</i>	39,7	

*Источник:* рассчитано авторами.

Очевидно, что первичные риски достаточно высоки, но в то же время они ниже среднего значения. Такая ситуация, с учетом стохастичности процессов, протекающих в российском и мировом энергетическом секторе, а также в экономических процессах, является в целом характерной для многих наукоемких и инвестиционных проектов. Поэтому целесообразно рассматривать экзогенно и эндогенно заданные риски  $r_{ij}$  как весьма высокие и уже с учетом этого планировать реализацию арктических проектов.

Следующий шаг оценки — оценка рисков, имеющих отраслевую принадлежность. В первую очередь рассмотрим риски структурной несбалансированности российского топливно-энергетического сектора. Для этого целесообразно использовать данные энергетического баланса, которые публикует Международное энергетическое агентство (*International Energy Agency*). Риски структурной отраслевой несбалансированности целесообразно оценивать по нескольким в достаточной степени далеко отстоящим друг от друга периодам. Поэтому предлагается рассчитать среднее значение объемов первичного энергетического производства в контексте типов и видов первичных энергоносителей (энергетических сегментов) за 1995–2000 годы и 2010–2015 годы (табл. 6).

Далее в табл. 7 представлен расчет рисков структурной несбалансированности в национальном топливно-энергетическом секторе. В данном случае очевидно, что этот вид риска в рамках реализации фактических проектов, связанных с добычей углеводородных ресурсов, является одним из наиболее высоких.

Т а б л и ц а 6

**Исходные данные для расчета рисков структурной несбалансированности  
российского энергетического сектора**

Энергетический сегмент (по типу и виду первичного энергоносителя)	Период (Mtoe)		Среднее значение за период (Mtoe)	Период (Mtoe)		Среднее значение за период (Mtoe)
	1995	2000		2010	2015	
Нефть (производство и импорт)	315,1	329,2	322,2	507,6	530,2	518,9
Уголь (производство и импорт)	147,8	144,2	146,0	181,7	205,6	193,65
Газ (производство и импорт)	483,3	481,1	482,2	543,5	524,6	534,05
Биомассы (переработка)	8,5	7,0	7,8	7	7,1	7,05
Электричество (импорт) и геотермальная (производство)	1,6	0,8	1,2	0,5	0,7	0,6
Гидроэнергия (производство)	15,1	14,1	14,6	14,3	15,1	14,7
Атомная энергия (производство)	26,1	34,4	30,3	44,8	47,5	46,15
<i>Итого</i>	997,5	1010,8	1004,2	1299,4	1330,8	1315,1

*Источник:* составлено и рассчитано авторами на основе: Energy Balance. Russian Federation // International Energy Agency [electronic resource], available at: [https://www.iea.org/Sankey/#?c=Russian%20Federation&s=Balance free \(data view 31.11.2016\)](https://www.iea.org/Sankey/#?c=Russian%20Federation&s=Balance free (data view 31.11.2016)).

Т а б л и ц а 7

**Расчет уровня рисков структурной несбалансированности российского  
энергетического сектора, которые могут оказать влияние на результаты  
реализации арктических проектов**

Энергетический сегмент (по типу и виду первичного энергоносителя)	Период	
	1995–2000	2010–2015
Нефть (производство и импорт)	0,32	0,39
Уголь (производство и импорт)	0,15	0,15
Газ (производство и импорт)	0,48	0,41
Биомассы (переработка)	0,01	0,01
Электричество (импорт) и геотермальная (производство)	0,001	0,001
Гидроэнергия (производство)	0,01	0,01
Атомная энергия (производство)	0,03	0,04
<i>Итого</i>	1,00	1,00
<b>Значение структурного сдвига</b>	<b>0,18</b>	
<b>Уровень рисков отраслевой структурной несбалансированности</b>	<b>0,82</b>	

*Источник:* рассчитано авторами.

Следующий шаг — оценка рисков конкурентных диспропорций, также имеющих отраслевую принадлежность. Данные для расчета этого вида риска были получены на основе анализа статистической

информации, размещенной на сайте Министерства энергетики, аналитической информации и публикаций, размещенных на сайте Национальной ассоциации энергетиков России<sup>4</sup>, а также с учетом данных, опубликованных зарубежными учеными, юридическими фирмами, консалтинговыми агентствами, международными организациями [Climate Change..., 2014; Ren et al., 2015; Clerici et al., 2015; Lappo, Danilova, 2015; Kedar, 2016; Chater, 2016]. Полученные аналитические и статистические данные были структурированы в четыре основные категории, для каждой из которых была рассчитана доля присутствия на энергетическом рынке (табл. 8). Риски отраслевых конкурентных диспропорций для российского топливно-энергетического сектора, а соответственно, и для арктических проектов, связанных с добычей углеводородных ресурсов, также достаточно высоки.

Т а б л и ц а 8

**Расчет уровня рисков конкурентных диспропорций российского энергетического сектора, которые могут оказать влияние на результаты реализации арктических проектов**

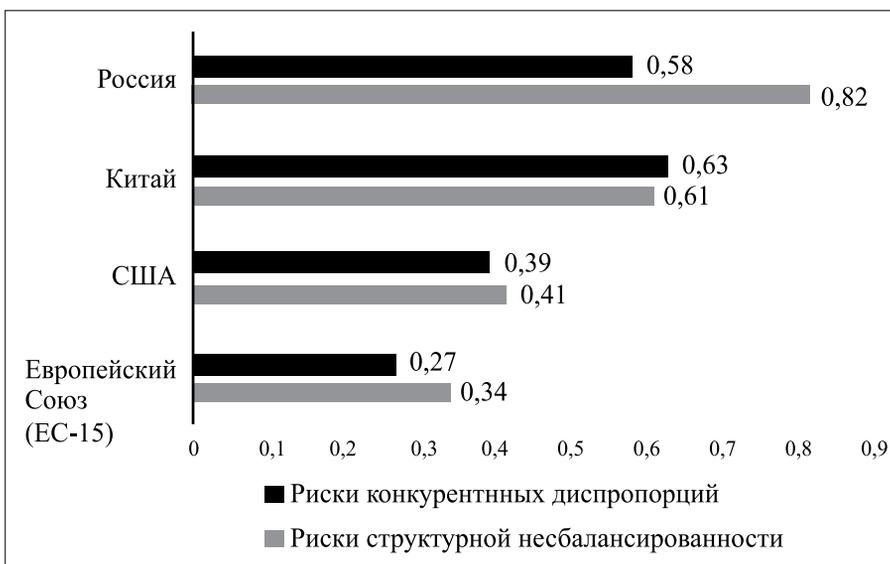
Классификация компаний	Энергетический оборот	Удельный вес
Государственные компании и компании с государственным участием, защищенные протекционистскими мерами	649,7	0,49
Частные компании, использующие государственную поддержку и защищенные протекционистскими мерами	276,5	0,21
Частные компании, использующие поддержку исполнительной власти федерального или регионального (муниципального) уровня	284,6	0,22
Компании свободного рынка	104,3	0,08
<i>Итого</i>	1315,1	1,0
<b>Уровень рисков отраслевых конкурентных диспропорций</b>	<b>0,58</b>	

*Источник:* рассчитано авторами.

Стоит отметить, что в рамках подготовки настоящей статьи были рассчитаны риски структурной несбалансированности для энергетического риска Европейского Союза (для ЕС-15), Китая, США. Полученные аналитические данные представлены на рис. 5 в сравнении с российскими показателями.

Российский и китайский топливно-энергетический сектор характеризуются примерно равным уровнем монополизации, а также недостаточной диверсификацией (энергетического производства и

<sup>4</sup> См.: Статистика // Министерство энергетики Российской Федерации [электронный ресурс], доступно в: <http://minenergo.gov.ru/activity/statistic> свободный (дата обращения 12.12.2016); Аналитика // Национальная ассоциация энергетиков России [электронный ресурс], доступно в: <http://naser.ru/category/analitika> свободный (дата обращения 12.12.2016).



*Источник:* рассчитано авторами.

Рис. 6. Сравнение рисков структурной несбалансированности и конкурентных диспропорций в энергетическом секторе отдельных стран и России, начало 2016 года

импорта), несмотря на то что в КНР активно развивается сегмент возобновляемой энергетики. Китай является одним из лидеров по установке мощностей по преобразованию солнечной энергии, а также по производству биоэтанола<sup>5</sup>.

Итак, выше нами была проведена оценка первичных рисков, а также производных рисков, имеющих отраслевую принадлежность и влияющих на эффективность и результативность реализации фактических проектов, связанных с добычей углеводородных ресурсов. Далее необходимо провести оценку производных рисков, имеющих корпоративную принадлежность.

На данном этапе риски арктических проектов, имеющих корпоративную принадлежность, весьма сложно квантифицировать и оценивать, поскольку точных данных из отчетности российских энергетических корпораций, являющихся учредителями операторов проектов, получить практически невозможно. Поэтому в рамках сбора и подготовки материалов для этой статьи был проведен контент-анализ материалов, опубликованных российскими и зарубежными консалтинговыми и природоохранными организаци-

<sup>5</sup> См.: Global Environment Outlook-5 // United Nations Environment Program [electronic resource], available at: <http://www.unep.org/geo/geo5.asp> free (data view 31.11.2016); Country Profiles // IRENA (International Renewable Energy Agency) [electronic resource], available at: <http://resourceirena.irena.org/gateway/#> free (data view 31.11.2016).

ями, с целью формирования необходимой совокупности исходных данных.

Эти данные по каждому рассматриваемому проекту («Приразломная» и «Восточно-Сибирский 1») представлены в табл. 9. Экономико-производственные риски арктического проекта «Приразломная» незначительно ниже среднего значения, тогда как уровень этих же рисков в проекте «Восточно-Сибирский 1» даже на текущем поисковом этапе оценивается как достаточно высокий.

Т а б л и ц а 9

**Расчет уровня экономико-производственных рисков корпоративной принадлежности в арктических проектах «Приразломная» и «Восточно-Сибирский 1», 2016 год**

Аналитические показатели	Арктический проект	
	«Приразломная»	«Восточно-Сибирский 1»
Коэффициент капиталоемкости	45,62	53,43
Коэффициент капиталотдачи	9,20	4,11
Коэффициент физической доступности добычи	0,44	0,39
Коэффициент изменения цены	0,77	0,64
<b>Коэффициент экономико-производственных рисков</b>	<b>0,41</b>	<b>0,65</b>

*Источник:* рассчитано авторами.

Связано это в первую очередь со снижением рыночных цен на углеводородные ресурсы, что обуславливает снижение капиталотдачи, а характерный для текущей экономической ситуации рост цен на продукцию, работы и услуги ведет к увеличению капиталоемкости проекта. Также для получения объективной картины нам необходимо оценить управленческо-технологические риски рассматриваемых арктических проектов. Здесь для оценки рисков также были обобщены и систематизированы эмпирические данные, имеющие как вербальную, так и количественную оценку, тоже проведенную консалтинговыми агентствами (табл. 10).

Проведя соответствующие расчеты на основании (6), получаем, что уровень управленческо-технологических рисков по арктическим проектам составит: в проекте «Приразломная» 36,1%; в проекте «Восточно-Сибирский 1» — 55,5%. Таким образом, систематизируя оценку рисков арктических проектов, мы получаем следующую картину (табл. 11).

Т а б л и ц а 10

**Систематизация управленческо-технологических рисков корпоративной принадлежности в арктических проектах «Приразломная» и «Восточно-Сибирский 1», 2016 год**

Арктический проект	
«Приразломная»	«Восточно-Сибирский 1»
<i>Устойчивость оборудования и технологий</i>	
Оценивается преимущественно на среднем уровне и несколько выше среднего (порядка 57%). Основная причина невысоких оценок по данному проекту — отсутствие законодательного запрета на использование отдельных видов оборудования и транспортных средств, эксплуатация которых может нанести экономический, социальный и экологический ущерб Арктике	Оценивается преимущественно на среднем уровне и несколько ниже среднего (порядка 42%). Основная причина невысоких оценок (помимо отсутствия законодательного регулирования в области использования отдельных видов оборудования и транспортных средств в Арктике) состоит также и в том, что планируемый к реализации проект в настоящее время характеризуется относительной закрытостью данных, что не позволяет провести объективную оценку его потенциальных выгод и угроз
<i>Невосстановимый экологический ущерб</i>	
Оценивается преимущественно на уровне ниже среднего (порядка 26%), но вероятность реализации рисков событий, которые могут обуславливать образование дополнительного экологического ущерба, составляет от 0,55 до 0,65 п.п. Соответственно, итоговая оценка уровня невосстановимого экологического ущерба (как сумма меньшей и большей вероятности риска) составляет 31,2%	Оценивается преимущественно на среднем уровне (порядка 41%), но вероятность реализации рисков событий, которые могут потенцировать образование дополнительного экологического ущерба, составляет от 0,6 до 0,75 п.п. Соответственно, итоговая оценка уровня невосстановимого экологического ущерба (как сумма меньшей и большей вероятности риска) составляет 55,4%
<i>Достоверность целеполагания</i>	
Оценивается преимущественно выше среднего (порядка 65%), но эта оценка дана на основе уже реализованного проекта и результатов промышленной эксплуатации МЛСП «Приразломная»	Оценивается преимущественно на среднем уровне (порядка 55%), но эта оценка дана на основе обработки предварительных данных и публикаций по результатам аэрогеофизических исследований лицензионного участка «Восточно-Сибирский 1»

Источник: составлено авторами.

Т а б л и ц а 11

**Систематизация совокупных рисков в арктических проектах «Приразломная» и «Восточно-Сибирский 1», 2016 год**

Тип и вид риска	Арктический проект	
	«Приразломная»	«Восточно-Сибирский 1»
Первичные риски (итоговая оценка)	39,7% (риски ниже среднего)	
Производные риски отраслевой принадлежности	Риски структурной несбалансированности: 82% Риски конкурентных диспропорций: 58%	
<i>Усредненная оценка рисков отраслевой принадлежности: 70% (высокие риски)</i>		
Производные риски корпоративной принадлежности	Экономико-производственные риски: 41% Управленческо-технологические риски: 36,1%	Экономико-производственные риски: 65% Управленческо-технологические риски: 55,5%
<i>Усредненная оценка рисков корпоративной принадлежности</i>		
	38,6% (риски ниже среднего)	60,3% (риски, близкие к высоким)

Источник: составлено и рассчитано авторами.

Полученные аналитические оценки в процессе квантификации рисков рассматриваемых арктических проектов свидетельствуют о следующем:

- в проекте «Приразломная» первичные риски, а также производственные риски корпоративной принадлежности имеют оценку ниже средней. Но при этом производные риски, которые относятся к отраслевым, весьма высокие;
- в проекте «Восточно-Сибирский 1» первичные риски также имеют оценку ниже среднего. Но производные риски и отраслевой, и корпоративной принадлежности в достаточной степени высокие.

Отсюда следует, что для проекта «Приразломная» уже в краткосрочной перспективе необходимо изыскивать альтернативы, которые позволят диверсифицировать отраслевые риски. Здесь возможны два варианта:

- снижение себестоимости добычи и транспортировки углеводородов (что весьма сложно реализовать в арктических условиях) либо картельное соглашение по сокращению объемов добычи в целях стимулирования спроса и увеличения рыночных цен на углеводородные ресурсы (со странами ОПЕК);
- запуск наукоемкого проекта в сфере возобновляемой (высокотехнологичной) энергетики, что позволит в долгосрочной перспективе (при завершении «эпохи нефти») реструктурировать производство энергоносителей и обеспечить формирование резерва отложенных экономических выгод.

В арктическом проекте «Восточно-Сибирский 1» весьма сложно определять ключевые направления по снижению и диверсификации рисков, поскольку в настоящее время идет поисковая стадия проекта. Но одновременно с этим стоит отметить, что реализация альтернативных проектов в сфере возобновляемой энергетики будет способствовать диверсификации рисков, а также формировать новые направления экономического роста для компании «Роснефть» и ее дочерних организаций.

Подводя итоги, необходимо заключить, что оценка рисков, квантификация качественных характеристик рисков должны стать неотъемлемой частью официальной отчетности компаний, осуществляющих нефтегазодобычу как на арктическом шельфе, так и на материке. Публикация оценочных величин рисков, которые характерны для арктических и подобных проектов, связанных с нефтегазодобычей, позволяет обществу получать объективную информацию о деятель-

ности корпоративных структур в национальном и мировом топливно-энергетическом секторе. Кроме того, публикация оценки рисков арктических проектов, а также прочей деятельности, связанной с добычей углеводородных ресурсов, повышает социальную и экологическую ответственность хозяйствующих субъектов, вовлеченных в экономико-энергетический оборот как на национальном, так и на глобальном уровне.

### Литература

1. *Бортников Н. С., Лобанов К. В., Волков А. В., Галямов А. Л., Мурашов К. Ю.* Арктические ресурсы цветных и благородных металлов в глобальной перспективе // Арктика: экология и экономика. № 1(17), 2015. С. 38–46.
2. *Баранник А., Вознюк И.* Арктика как важный геостратегический регион столкновения национальных интересов ведущих зарубежных стран // Зарубежное военное обозрение. 2009. № 1. С. 3–11.
3. *Казинец Л. С.* Измерение структурных сдвигов в экономике. М., 1969.
4. *Конторович А. Э.* Нефть и газ российской Арктики: история освоения в XX веке, ресурсы, стратегия на XXI век // Наука из первых рук. 2015 (март). № 1(61).
5. *Орлова И. В., Угрозов В. В., Филонова Е. С.* Линейная алгебра и аналитическая геометрия для экономистов. М.: Юрайт, 2015.
6. *Проворная И. В., Мишенин М. В., Эдер Л. В., Филимонова И. В.* Принципиальные подходы к геолого-экономической оценке разномасштабных нефтегазовых объектов // Геология нефти и газа. 2014. № 1. С. 13–21.
7. *Яшталова Н. Н.* Возможности «зеленой» энергетики в северных регионах // Развитие Севера и Арктики: проблемы и перспективы. Тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции, Апатиты, 6–8 ноября 2013 г. Апатиты, 2013. С. 130–131.
8. *Box G. E. P., Jenkins G. M., Reinsel G. C., Ljung G. M.* Time Series Analysis: Forecasting and Control. John Wiley & Sons, 2015.
9. *Clerici A., Cova B., Callegari G.* Decarbonization of the Electrical Power Sector in Europe: An Asset, an Opportunity or a Problem? // Energy & Environment. January 2015. Vol. 26. No 1–2. P. 127–142.
10. Climate Change and Arctic Development // UNESCO Publishing, 2014.
11. *Chater J.* Last Frontier: Arctic Oil and Gas // Valve World. 2016. March. P. 66–68.
12. *Dudin M. N., Lyasnikov N. V., Sekerin V. D., Gorohova A. E., Bank S. V.* Provision of Global Economic and Energy Security in the Context of the Development of the Arctic Resource Base by Industrialized Countries // International Journal of Economics and Financial Issues. 2015. Vol. 5. No 3S (Special Issue). P. 248–256.
13. *Dudin M. N., Sekerin V. D., Gorohova A. E., Bank S. V., Danko T. P.* Arctic Zone: Global Strategic Priorities for Integrated Development and Infrastructure Policy // Man in India. 2016. No 96(7). P. 2297–2313.
14. *Farré A. B., Stephenson S. R., Che L., Czub M., Dai Y., Demchev D., Wighting J.* Commercial Arctic Shipping through the Northeast Passage: Routes, Resources, Governance, Technology, and Infrastructure // Polar Geography. 2014. No 37(4). P. 298–324.
15. *Harsem Ø., Eide A., Heen K.* Factors Influencing Future Oil and Gas Prospects in the Arctic // Energy Policy. 2011. No 39(12). P. 8037–8045.
16. *Humrich C.* Fragmented International Governance of Arctic Offshore Oil: Governance Challenges and Institutional Improvement // Global Environmental Politics. 2013. No 13(3). P. 79–99.

17. *Kedar M. S., Lopez J.* Revolution by Non-Conventional Energy Source and its Employability // International Research Journal of Multidisciplinary Study. 2016. Vol 2. No 1.
18. *Lappo A., Danilova L.* Pilot Projects on Maritime Spatial Planning in the Russian Federation // Bulletin of Maritime Institute. 2015. No 30(1). P. 23–40.
19. *Ren J., Gao S., Tan S., Dong L., Scipioni A., Mazzi A.* Role Prioritization of Hydrogen Production Technologies for Promoting Hydrogen Economy in the Current State of China // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2015 (January). Vol. 41. P. 1217–1229.
20. *Smith L. C.* The New North — the World in 2050. Profile Books, 2010, 2012.

Ekonomicheskaya Politika, 2017, vol. 12, no. 4, pp. 168-195

**Mikhail N. DUDIN**, Dr. Sci. (Econ.), Professor. Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (82, Vernadskogo prosp., Moscow, 119571, Russian Federation).  
E-mail: dudinmn@mail.ru

**Nikolai V. LYASNIKOV**, Dr. Sci. (Econ.), Professor. Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (82, Vernadskogo prosp., Moscow, 119571, Russian Federation).  
E-mail: acadra@yandex.ru

**Oleg D. PROTSENKO**, Dr. Sci. (Econ.), Professor. Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (82, Vernadskogo prosp., Moscow, 119571, Russian Federation).  
E-mail: procenko@ranepa.ru

**Valery A. TSVETKOV**, Corresponding Member. RAS. Dr. Sci. (Econ.), Professor.  
Market Economy Institute of the Russian Academy of Sciences (47, Nakhimovskiy prosp., Moscow, 117418, Russian Federation).  
E-mail: tsvetkov@ipr-ras.ru

### **Quantification and Risk Assessment of Hydrocarbon Resources Development Projects in the Arctic Region**

#### **Abstract**

The article outlines the main scientific and methodological views and approaches to risk measurement of the projects related to extraction of hydrocarbon resources in the Arctic. Special attention is paid to the methods of quantification of risks of the Arctic projects, i. e. those risks which have no definite value or quantitative expression and must be estimated using verbal and mathematical transformations. Regarding quantification of risks of the Arctic projects related to the extraction of hydrocarbon resources, the article proposes a methodology based on integration of financial, econometric, and economic methods which allows to convert original information into a comparable magnitude. Testing methods using the example of two Arctic projects have shown that risks in these projects are above average. This, in turn, may affect the environment and economic efficiency of the hydrocarbon production in the Arctic. The methodical

approach proposed by the authors gives an adaptive tool that can also be used in order to analyze and measure the risk of other capital investment projects in the energy sector. As a key conclusion, the authors specify that the quantification of the risks, as well as publication of the data on the level of risks of the Arctic projects, will undoubtedly contribute to improving transparency of the activities of international and Russian oil and gas corporations. In turn, this will ensure growth of social and environmental responsibility of corporate structures which suggests that exploration, as well as work related to the production of hydrocarbon resources in the Arctic, will meet modern scientific and management paradigm (socialization, greening activities providing sustainable development of corporate and business structures).

*Keywords:* oil and gas, the Arctic shelf, stocks of raw materials, risks, Arctic projects, risk assessment techniques, quantification.

*JEL:* L5 L51, L71, O13, O33, O44, Q32.

### References

1. Bortnikov N. S., Lobanov K. V., Volkov A. V., Galiamov A. L., Murashov K. Yu. Arkticheskie resursy tsvetnykh i blagorodnykh metallov v global'noi perspektive [Arctic Resources Base and Precious Metals in the Global Perspective, the Arctic]. In: *Arktika: ekologiya i ekonomika [Arctic: Ecology and Economy]*, 2015, no. 1(17), pp. 38-46.
2. Barannik A., Vozniuk I. Arktika kak vazhnyi geostrategicheskii region stolkoveniia natsional'nykh interesov vedushchikh zarubezhnykh stran [The Arctic as an Important Geostrategic Region of Collision of National Interests of Leading Foreign Countries]. *Zarubezhnoe voennoe obozrenie [Foreign Military Review]*, 2009, no. 1, pp. 3-11.
3. Kazinets L. S. Izmerenie strukturnykh sdvigo v ekonomike [Measurement of Structural Shifts in the Economy]. 1969, Moscow, p. 167.
4. Kontorovich A. E. Neft' i gaz rossiiskoi Arktiki: istoriia osvoeniia v XX veke, resursy, strategii na XXI vek [Oil and Gas in the Russian Arctic: History of Development in the XX Century, the Resources Strategy for the XXI century]. *Nauka iz pervykh ruk [Science First Hand]*, 2015 (Mart), no. 1(61).
5. Orlova I. V., Ugrozov V. V., Filonova E. S. *Lineinaia algebra i analiticheskaia geometriia dlia ekonomistov [Linear Algebra and Analytic Geometry for Economists]*. Moscow: Yurayt, 2015.
6. Provornaia I. V., Mishenin M. V., Eder L. V., Filimonova I. V. Printsipial'nye podkhody k geologo-ekonomicheskoi otsenke raznomasshtabnykh neftegazovykh ob"ektov [The Principal Approaches to Geological and Economic Evaluation of Oil and Gas Facilities of Different Scales]. *Geologiya nefi i gaza [Geology of Oil and Gas]*, 2014, no. 1, pp. 13-21.
7. Yashtalova N. N. Vozmozhnosti "zelenoi" energetiki v severnykh regionakh [The Development of the North and the Arctic: Challenges and Prospects]. In: *Razvitiie Severa i Arktiki: problemy i perspektivy. Tezisy dokladov Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [Abstracts of the All-Russian Scientific-Practical Conference, Apatity]*. 6-8 November, 2013, pp. 130-131.
8. Box G. E. P., Jenkins G. M., Reinsel G. C., Ljung G. M. *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. John Wiley & Sons, 2015, p. 712.
9. Clerici A., Cova B., Callegari G. Decarbonization of the Electrical Power Sector in Europe: An Asset, an Opportunity or a Problem? *Energy & Environment*, January 2015, vol. 26, no. 1-2, pp. 127-142.
10. *Climate Change and Arctic Development*. UNESCO Publishing, 2014, p. 373.
11. Chater J. Last Frontier: Arctic Oil and Gas. *Valve World*, 2016, March, pp. 66-68.
12. Dudin M. N., Lyasnikov N. V., Sekerin V. D., Gorohova A. E., Bank S. V. Provision of Global Economic and Energy Security in the Context of the Development of the

- Arctic Resource Base by Industrialized Countries. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 2015, vol. 5, no. 3S (Special Issue), pp. 248-256.
13. Dudin M. N., Sekerin V. D., Gorohova A. E., Bank S. V., Danko T. P. Arctic Zone: Global Strategic Priorities for Integrated Development and Infrastructure Policy. *Man in India*, 2016, no. 96(7), pp. 2297-2313.
  14. Farré A. B., Stephenson S. R., Che L., Czub M., Dai Y., Demchev D., Wighting J. Commercial Arctic Shipping Through the Northeast Passage: Routes, Resources, Governance, Technology, and Infrastructure. *Polar Geography*, 2014, no. 37(4), pp. 298-324.
  15. Harsem Ø., Eide A., Heen K. Factors Influencing Future Oil and Gas Prospects in the Arctic. *Energy Policy*, 2011, no. 39(12), pp. 8037-8045.
  16. Humrich C. Fragmented International Governance of Arctic Offshore Oil: Governance Challenges and Institutional Improvement. *Global Environmental Politics*, 2013, no. 13(3), pp. 79-99.
  17. Kedar M. S., Lopez J. Revolution by Non-Conventional Energy Source and Its Employability. *International Research Journal of Multidisciplinary Study*, 2016, vol. 2, no. 1.
  18. Lappo A., Danilova L. Pilot Projects on Maritime Spatial Planning in the Russian Federation. *Bulletin of Maritime Institute*, 2015, no. 30(1), pp. 23-40.
  19. Ren J., Gao S., Tan S., Dong L., Scipioni A., Mazzi A. Role Prioritization of Hydrogen Production Technologies for Promoting Hydrogen Economy in the Current State of China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2015 (January), vol. 41, pp. 1217-1229.
  20. Smith L. C. *The New North — the World in 2050*. Profile Books, 2010, 2012, p. 322.