

ПОДХОД К ОЦЕНКЕ РИСКОВ В УСЛОВИЯХ МНОГОВАРИАНТНЫХ РАСЧЕТОВ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА НА СТАДИИ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

УДК 65.011.26

Д.В. Беленко, к.э.н., ПАО «ИНСТИТУТ ЮЖНИИГИПРОГАЗ» (Донецк, Украина), d.belenko@ungg.org

Выявление факторов рисков и неопределенности на самых ранних этапах реализации проектов в газовой отрасли является актуальной задачей. Коллективом ПАО «ИНСТИТУТ ЮЖНИИГИПРОГАЗ» предложен и реализован на практике подход к оценке рисков в условиях многовариантных расчетов показателей эффективности проекта на стадии концептуального проектирования объектов газовой отрасли. Представлена последовательность этапов реализации данного подхода. Суть метода раскрыта на примере оценки рисков, связанных с аварией и нанесением сверхнормативного ущерба окружающей среде в процессе строительства и эксплуатации подводного перехода через Обскую губу (Ямало-Ненецкий автономный округ, Россия). Описана взаимосвязь между факторами рисков, для каждого фактора представлены последствия реализации рисков событий, проведен анализ с обоснованием вероятности возникновения, последствий и ущерба. Проведен количественный анализ рисков методом имитационного моделирования Монте-Карло, позволяющий однозначно интерпретировать полученные результаты, представив их в виде распределения вероятности показателей эффективности проекта в случае реализации рисков событий. Результатом реализации на практике предложенного подхода к оценке рисков объектов газовой отрасли в условиях многовариантных расчетов показателей эффективности является создание информационной базы для оценки последствий от реализации рисков и дальнейшего учета источников опасных событий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ПОДВОДНЫЙ ПЕРЕХОД, ОБСКАЯ ГУБА, УЩЕРБ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ДИАГРАММА ИСИКАВЫ, КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА РИСКОВ, МЕТОД МОНТЕ-КАРЛО, ВЕРОЯТНОСТЬ АВАРИИ.

В процессе проектирования объектов газовой отрасли попытки минимизировать вероятность реализации рисков осуществляются с тех пор, как катастрофические последствия техногенных аварий для людей и окружающей среды были осознаны в полной мере. На функционирующих объектах газовой и нефтяной промышленности в обязательном порядке осуществляется деятельность по экологическому управлению, управлению промышленной безопасностью и охране труда.

Однако сегодняшние условия ставят перед отраслью новые задачи, которые заключаются в том, что процесс управления рисками должен носить систематический характер. Формирование перечня рисков и мероприятий по снижению

их воздействия должно начинаться на стадии концептуального проектирования, проходить через все этапы проекта и быть «вписанным» в план мероприятий по управлению рисками на стадии эксплуатации. Именно такой подход позволяет выявлять риски на ранних этапах проекта, реализация которых в дальнейшем может привести к существенным проблемам, а иногда к остановке всего проекта.

Основная проблема в реализации такого подхода состоит в том, что на разных стадиях в данный процесс вовлечено множество подрядных организаций, специалистов, преследующих различные цели. На стадии концептуального проектирования принимаются определяющие технологические решения, осуществляется, в част-

ности, выбор направления трасс для трубопроводов. Первичными являются риски, связанные с фактором геологической неопределенности и, как следствие, с выбранным технологическим оборудованием, а также с согласованием трассы трубопровода со всеми заинтересованными и контролирующими органами. На следующих этапах для выбранного оптимального варианта приобретают значение риски, связанные с качеством разработки проектной документации, соблюдением сроков ввода объектов в эксплуатацию, а также с превышением установленного бюджета. В процессе эксплуатации значимыми становятся риски в области охраны труда, промышленной безопасности и охраны окружающей среды.

Belenko D.V., Candidate of Sciences (Economics), INSTITUTE OF YUZHNIIGIPROGAZ PJSC (Donetsk, Ukraine),
d.belenko@ungg.org

Approach to risk assessment in conditions of multivariate calculations of the project efficiency parameters at the stage of conceptual design of gas industry facilities

The identification of risk factors and uncertainties at the earliest stages of implementing projects in the gas industry is the relevant objective. The approach to risk assessment in conditions of multivariate calculations of the project efficiency parameters at the stage of conceptual design of gas industry facilities was proposed and implemented by INSTITUTE YUZHNIIGIPROGAZ PJSC. The sequence of stages of implementation of this approach is presented.

The principle of the method is represented on the example of risk assessment related to the accident and causing excessive environmental damage in the process of construction and operation of an underwater crossing over the Ob Bay (Yamalo-Nenets Autonomous Okrug, Russian Federation). The relationship between the risk factors is described, the consequences of the implementation of risk events are given for each factor. An analysis with the substantiation of the probability of occurrence, consequences and damage is carried out for each factor.

A quantitative risk analysis was performed using the Monte Carlo simulation method. The analysis makes it possible to interpret the obtain results, presenting them in the form of a probability distribution of project performance indicators in the case of the risk event instance. The proposed approach to risk assessment of gas industry facilities in conditions of multivariate calculations of performance indicators is implemented in the form of creation of the information base for assessment the consequences from the implementation of risks and further accounting for sources of hazardous events.

KEYWORDS: UNDERWATER TRANSITION, OB BAY, ENVIRONMENTAL DAMAGE, ISHIKAWA DIAGRAM, QUALITATIVE RISK ASSESSMENT, MONTE CARLO METHOD, ACCIDENT PROBABILITY.

МЕТОДИЧЕСКАЯ ОСНОВА

ПАО «ИНСТИТУТ ЮЖНИИГПРО-ГАЗ» (далее – институт) предложило и реализовало на практике подход к заблаговременной идентификации и оценке рисков в условиях многовариантных расчетов показателей эффективности. В рамках данного подхода предлагается совместная работа проектных команд института и заказчика по формированию реестра рисков и их оценке. Подход включает следующие этапы.

1. Специалисты проектного института формируют перечень рисков по результатам инженерно-геодезических, инженерно-экологических и инженерно-геологических изысканий, а также инженерно-гидрометеорологических работ и историко-культурных исследований. Помимо этого принимаются во внимание идентификация проблем, выявленных в завершенных и выполняемых аналогичных проектах института, и потенциальные риски, которые могут иметь неблагоприятные последствия для проекта с учетом характеристик и особенностей района расположения объектов газовой инфраструктуры.

2. Специалисты проектной группы заказчика формируют представления о рисках проекта,

используя собственные методические указания по анализу рисков проекта, разработанные ранее унифицированные шаблоны матрицы рисков, а также на основании предыдущего опыта.

3. Проведение совещания с обязательным одновременным участием ключевых представителей проектного офиса, кураторов проекта и экспертов из различных функциональных, в том числе эксплуатирующих, областей. Поскольку анализ рисков проекта является неотъемлемой частью работы инвестора, у института нет необходимости самостоятельно инициировать подобное мероприятие. Достаточным является участие в совещании, по результатам которого может быть получена объективная и достоверная информация, обеспечивающая формирование реестра рисков, балльных оценок вероятности их возникновения и ущерба.

4. Специалисты проектного института по результатам совещания формируют реестр рисков и определяют оптимальные варианты. Несмотря на то что формы отчетности о проведенном совещании у исполнителя и заказчика будут различными, содержание в части реестра рисков будет идентично.

5. Специалисты заказчика в ходе дальнейшей работы для выбранных оптимальных вариантов проекта разрабатывают стратегии реагирования на риски и доводят их до уровня инструкций.

Преимуществом такой работы является эффективный обмен знаниями и опытом между проектными группами исполнителя и заказчика, за счет чего выявляются риски, информация о которых может быть недоступна одной из групп. Также это дает инвестору возможность на основании сформированного реестра рисков критично оценить реальные перспективы развития проекта и его «узкие места», а проектного институту позволяет непременно учесть их при расчетах и проектировании.

Таким образом, сформированный в результате совместной работы реестр рисков, охватывающий период от разработки и оценки альтернативных концепций до промышленной эксплуатации завершенных объектов, позволяет инвестору работать в едином информационном поле со всеми исполнителями проекта.

Отличительной чертой проектов, реализуемых в сегодняшних условиях, является их многовариант-

ность: суммарно анализируются и сравниваются между собой не менее 100–150 комплексных вариантов: 5–6 вариантов профилей добычи; 4–6 способов подготовки и 5–6 вариантов направлений транспорта природного газа и жидких углеводородов. Основными критериями для сравнения выступают интегральные показатели эффективности: NPV – чистый дисконтированный доход; IRR – внутренняя норма доходности; DPP – дисконтированный срок окупаемости; DPI – дисконтированный индекс доходности и реестр типовых и специфических рисков.

Типовые риски характерны для любого проекта, их оценка проводится в целях расстановки приоритетов мероприятий по их управлению на дальнейших этапах детальной проработки проектной документации и проведения строительно-монтажных и пусконаладочных работ, эксплуатационного бурения и последующей передачи в эксплуатацию завершенных объектов.

Оценка специфических рисков проводится в целях ранжирования всех вариантов и выбора вариантов с наивысшими показателями экономического эффекта и наименьшим средним значением математического ожидания ущерба в случае реализации рискованного события. Целью оценки специфических рисков является выбор таких вариантов, где влияние последствий наступления рискованного события будет минимальным либо от риска можно уклониться. Результаты ранжирования вариантов проекта с учетом оценки рисков и значений показателя NPV позволяют определить оптимальные варианты.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

В ходе разработки проекта газопровода внешнего транспорта для Новопортовского нефтегазоконденсатного месторождения (Ямало-Ненецкий автономный округ, Россия) перечень факторов рисков насчитывал более 50. Их можно объединить в следующие группы:

- фактор геологической неопределенности;
- задержки в подготовке строительной площадки и выполнении графика строительства;
- инженерно-технические проблемы;
- неблагоприятные изменения в экономике;
- стихийные бедствия и чрезвычайные происшествия;
- нарушение правил безопасности;
- отказ оборудования;
- риск нанесения сверхнормативного ущерба окружающей среде и риск аварии на подводном переходе в процессе строительства и эксплуатации.

Остановимся подробнее на рисках, связанных с аварией и нанесением сверхнормативного ущерба окружающей среде в процессе строительства и эксплуатации подводного перехода через Обскую губу (Ямало-Ненецкий автономный округ). Учитывая непоправимость вмешательства в экосистему данного региона и повышенное внимание заказчика проекта к соблюдению стандартов экологической безопасности, значительное внимание было уделено оценке ущерба окружающей среде и разработке мероприятий по управлению рисками строительства и эксплуатации подводного перехода. Острая необходимость сохранения экосистемы Обской губы обусловлена ее уникальностью, поскольку данный эстуарий является крупнейшим в мире местообитанием сиговых пород рыб [1].

К типовым относятся строительные и эксплуатационные риски. Основными формирующими факторами строительных рисков, способных привести к ущербу окружающей среде в процессе строительства подводного перехода через Обскую губу, являются недостаточная изученность участка перехода и отсутствие единого диспетчерского центра.

В разное время проводились фрагментарные исследования

процессов, формирующих биологическую продуктивность Обской губы, при этом они не были объединены единым методическим и научным подходом. По этой причине для некоторых участков подводного перехода имеются архивные данные и дополнительные изыскания, позволяющие получить достаточную информацию для разработки проектной документации, тогда как для других участков этих данных нет. Принятие решений и разработка проектной документации в условиях ограниченных исходных данных может привести к ошибкам на каждой стадии реализации проекта.

Несмотря на движения судов на малой скорости в акватории Обской губы [2], авария в период строительства может произойти по причине отсутствия единого диспетчерского центра, координирующего движение всех видов судов. К эксплуатационным рискам относятся повреждение газопровода судами на мелководье и невозможность проведения ремонтных работ на подводной части перехода в период ледостава.

Период под ледоставом в Обской губе в среднем составляет около девяти месяцев в году. Интенсивное разрушение ледяного покрова в Обской губе начинается с перехода температуры воздуха к положительным значениям, который, по средним многолетним данным, в южном районе происходит в первой декаде июня. В годы средних сроков замерзания ледообразование в районе бухты Новый Порт начинается в конце первой декады октября, а на морском крае дельты р. Обь – в начале декады [1].

Навигация в данном районе проходит в безледовый период. Вероятность повреждения газопровода судами на мелководье обусловлена малыми глубинами и высокой мутностью воды.

К специфическим рискам проекта можно отнести риски, связанные с негативным воздействием на водные биологические ресурсы, литодинамические процессы,

9–13 апреля 2018

ГЛАВНЫЙ МЕДИАЦЕНТР, СОЧИ

ГЛАВНОЕ СОБЫТИЕ ГОДА В СФЕРЕ ОХРАНЫ ТРУДА

// О НЕДЕЛЕ

«Впервые в нашей стране организована глобальная дискуссионная площадка, посвященная обеспечению безопасных условий труда.

Важно, что в обсуждении этих актуальных вопросов принимают участие не только российские специалисты, но и представители стран БРИКС и Евразийского экономического союза, Совета Европы, Международной организации труда и других авторитетных объединений.»

Д.А. Медведев, председатель Правительства Российской Федерации

«Комплексный подход, необходимый для решения существующих проблем в сфере охраны труда, может быть реализован только при условии концентрации усилий органов государственной власти всех уровней и специалистов по охране труда во всех организациях.»

М.А. Топилин, Министр труда и социальной защиты Российской Федерации

// ФОРМАТ

- Научно-практические конференции.
- Панельные дискуссии и круглые столы.
- Ведомственные и корпоративные совещания и заседания.
- Всероссийский съезд специалистов по охране труда.
- Семинары, курсы повышения квалификации, тренинги, экспертные консультации.
- Подведение итогов конкурсов и церемонии награждения, презентации.

всплытие трубопровода и его повреждение ледовыми образованиями. Особое внимание к таким рискам обусловлено тем, что водотоки территории изысканий относятся к высшей рыбохозяйственной категории. Здесь нагуливаются, нерестятся и зимуют такие ценные промысловые виды рыб, как нельма, пыжьян, чир, муксун, ряпушка, пелядь и др. Основным предприятием, осуществляющим промысел в Обской губе, является Новопортовский рыбозавод. Кроме него лов ведут несколько малых предприятий и общин. Непосредственно в границах изысканий, на акватории Обской губы, находятся три закрепленных рыбопромысловых участка [1]. Негативное воздействие на водные биологические ресурсы является значимым фактором риска, поскольку здесь наблюдается прямой конфликт интересов с представителями рыбохозяйственных организаций и местным населением.

Авария в процессе эксплуатации может произойти по причине перемещения морских донных отложений и всплытия трубопровода (литодинамические процессы). Для оценки закономерности поперечного и продольного перемещения наносов, вследствие которых размывается грунт, разрабатываются соответствующие модели. Тем не менее гидродинамика прибрежного мелководья Обской губы настолько сложна и неустойчива, что оценку литодинамических процессов можно провести только с помощью экспертных оценок. Одной из причин всплытия трубопровода является возможное нарушение технологического режима эксплуатации установки комплексной подготовки газа. Здесь кроме всевозможных штрафных санкций, недополучения прибыли основной ущерб связан со штрафами от перекрытия судоходства по Обской губе.

Под воздействием торосов и стамух происходит ледовая экзарация дна, что в период эксплуатации может быть причиной повреждения газопровода. Ледо-

вая экзарация происходит, когда плавучее ледяное образование, сформировавшееся на относительно большой глубине моря, вследствие дрейфа смещается в область меньших глубин. Для обеспечения безопасной эксплуатации трубопровода недостаточно определить экстремальные значения глубины борозд в рассматриваемом районе и, исходя из этого, выбрать глубину заложения трубопровода в грунт, поскольку давление, оказываемое в процессе выплывания основанием кия на грунт, может вызывать смещение отдельных объемов грунтовой массы. Перемещение грунта порождает нагрузку на заглубленный трубопровод и, соответственно, способно вызывать его смещение в сторону от проектного положения и даже порыв [3].

АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ

Вероятность реализации представленных выше рисков событий может значительно варьироваться в зависимости от направлений прокладки подводного перехода. В проекте анализировались несколько вариантов прокладки подводного перехода через Обскую губу, условные направления которых представлены на рис. 1.

Результаты расчета показателей эффективности следующие: вариант 1 имеет наивысший показатель NPV; вариант 3 – следующий за ним; варианты 2, 4 – наименьший показатель NPV.

Что касается вероятности реализации рисков событий, то для каждого направления она различна. Например, риск недостаточной изученности участка перехода (строительные риски) низок для варианта 1 (зеленый цвет заливки на рис. 1) и наиболее высок для варианта 4 (красный цвет заливки на рис. 1).

Отсутствие единого диспетчерского центра с большей вероятностью может стать причиной аварии для варианта 4, где гражданское судоходство развито в большей степени, чем для варианта 1.

Глубина Обской губы увеличивается с юга на север, в этом же направлении уменьшается число курсирующих судов. Невозможность проведения ремонтных работ на подводной части перехода в период ледостава одинакова для всех вариантов. Соответственно, эксплуатационные риски наиболее высоки для варианта 4, низки – для варианта 1.

Взмучивание осадков в результате проведения дноуглубительных работ приводит к росту концентрации в воде (в десятки и сотни раз по отношению к фоновым) взвешенных веществ. Концентрация взвесей достигает опасных пределов для организмов, постоянно обитающих в водной среде, что приводит к их гибели [4]. Для 1-го направления, где присутствует инфраструктура арктического нефтеналивного терминала «Ворота Арктики», условия нагула, нереста и зимовки рыб уже дестабилизированы. Уязвимость суммарной ихтиомассы одинакова для 2-го и 3-го направлений (условно). Для прокладки подводного перехода необходимо строительство подходного канала. Для 4-го направления, где глубина наименьшая, строительство подходного канала требуется практически на всем протяжении подводного перехода, что может привести к катастрофическим негативным воздействиям на водные биологические ресурсы.

Литодинамические процессы в районе исследования изучены слабо. Поэтому экспертно был сделан вывод, что риск перемещения донных отложений уменьшается с севера на юг.

Наивысший риск всплытия трубопровода – для трассы 4, ввиду того что глубина залегания трубопровода для данного варианта наименьшая по сравнению с другими вариантами, масса грунтов также наименьшая, соответственно, потенциальная скорость всплытия выше. Величина экзарации морского дна киями ледяных образований может быть определена

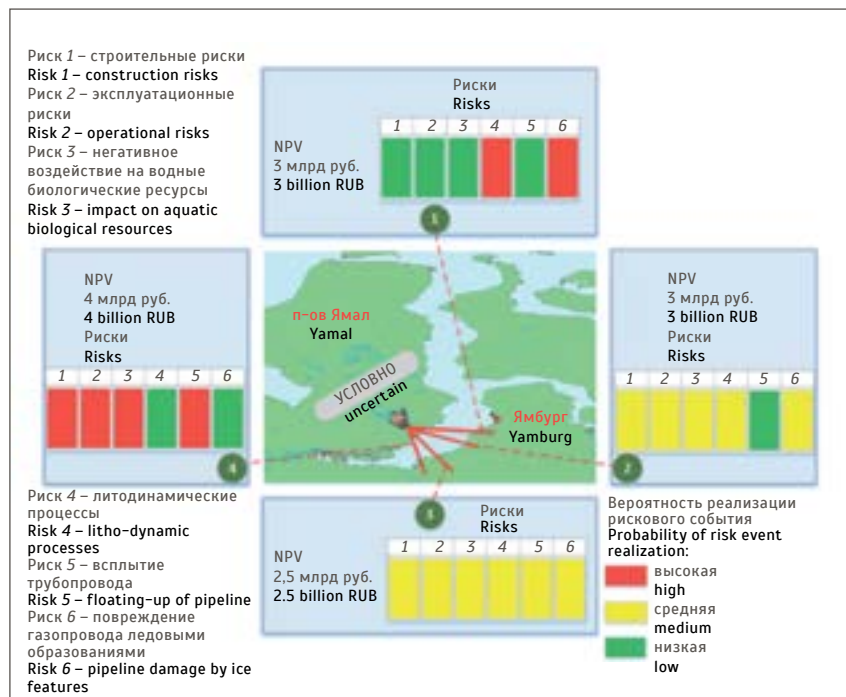


Рис. 1. Результаты технико-экономических расчетов и качественного анализа рисков для различных направлений трасс подводного перехода через Обскую губу
Fig. 1. Results of technical and economic calculations and qualitative analysis of risks for various directions of underwater crossing routes across the Ob Bay

исходя из непосредственного измерения глубин борозд экзарации, а также на основании моделирования ее процесса. Глубины вдоль трасс трубопроводов невелики, и на каждом участке трассы теоретически возможно появление борозд экзарации. Съёмка дна для определения параметров борозд ледовой экзарации была выполнена по всем четырем вариантам трассы. Торосистость льда в Обской губе возрастает с юга на север. Количество стамух уменьшается по мере смещения на юг. Максимальная расчетная глубина ледовой экзарации при экстремальном сочетании действующих факторов является наивысшей для варианта 1 и наименьшей для варианта 4.

Вероятность реализации рисков событий и результаты технико-экономических расчетов для различных направлений трасс подводного перехода представлены на рис. 1. Однозначный выбор предпочтительного варианта направления трассы подводного перехода через Обскую губу затруднителен, поскольку в случаях,

где выше показатель NPV, риски также выше (вариант 4), и наоборот (варианты 2, 3). Значительным преимуществом варианта 1 является наличие инфраструктуры арктического нефтеналивного терминала «Ворота Арктики» и т. д.

В данной противоречивой ситуации необходимо использовать специальные математические методы, позволяющие генерировать вероятности возможных результатов проекта в случае реализации рисков событий. К одному из таких методов относится метод имитационного моделирования Монте-Карло. Прежде чем провести имитационный эксперимент в любом программном продукте, предназначенном для анализа критических факторов, влияющих на уровень риска, необходимо определить перечень переменных исходной модели, подверженных влиянию риска, вид и параметры функции распределения для каждого варианта.

Компьютерной финансово-экономической моделью является исходная модель, которая обес-

печивает расчет показателей эффективности проекта. В данной модели переменными, подверженными влиянию рисков, являются: валовая выручка, полученная от реализации товарной продукции; затраты, необходимые для ликвидации последствий аварии; затраты для возмещения ущерба и выплаты штрафных санкций.

Для оценки риска аварии на подводной части газопровода используется распределение Пуассона, поскольку оно наилучшим образом характеризует случайное число аварий за определенный период, по которым имеется статистика. Вероятность распределения аварий в разные месяцы различна и зависит от максимальной толщины припая и дрейфующих льдов. Наивысший уровень аварийности определялся экспертным путем в ходе проведения риск-сессии, в которой принимали участие специалисты-океанологи, экологи, руководители направлений, отвечающие за охрану окружающей среды, капитальное строительство и т. д.

Период проведения ремонтно-восстановительных работ – три месяца с учетом необходимости оформления разрешительной документации на проведение ремонтных работ с привлечением специалистов, оборудования, инструментов и технического флота. Сам же ремонт подводного перехода через Обскую губу может производиться только в период, когда ее поверхность освобождается от ледового покрытия, т. е. с июля по сентябрь.

Экономический ущерб от реализации рисков событий в виде штрафных санкций не одинаков для двух направлений и определяется различиями в их суммарной ихтиомассе и местоположением относительно водных путей судов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

Использована следующая логика расчетов. В исходную финансово-экономическую модель, реализованную в MS Excel, вво-

дится дополнительное условие, в соответствии с которым, если произойдет авария (вероятность аварии в конкретном месяце задается с помощью специальной функции, генерирующей параметры распределения, в табличном приложении к MS Excel), компания не будет получать валовую выручку до того месяца, в котором возможно будет осуществлять ремонтные работы, т. е. до очищения Обской губы от льда. Кроме того, если авария произойдет, то компания будет вынуждена понести расходы, связанные с заменой оборудования и выплатой штрафов в случае нанесения вреда водным биологическим ресурсам и (или) перекрытием судоходства.

В результате проведения имитационного эксперимента (число итераций – 10 тыс., достоверность – 95 %) получена вероятность отрицательного NPV при реализации наихудшего сценария для каждого варианта трассы (рис. 2).

Имитационный эксперимент показал, что негативные последствия от реализации рисков, связанных с аварией и нанесением сверхнормативного ущерба окружающей среде в процессе строительства и эксплуатации подводного перехода через Обскую губу, значительно ниже во 2-м варианте. Таким образом, этот вариант экономически привлекательнее по сравнению с другими.

Далее для оптимальных, с точки зрения максимизации NPV

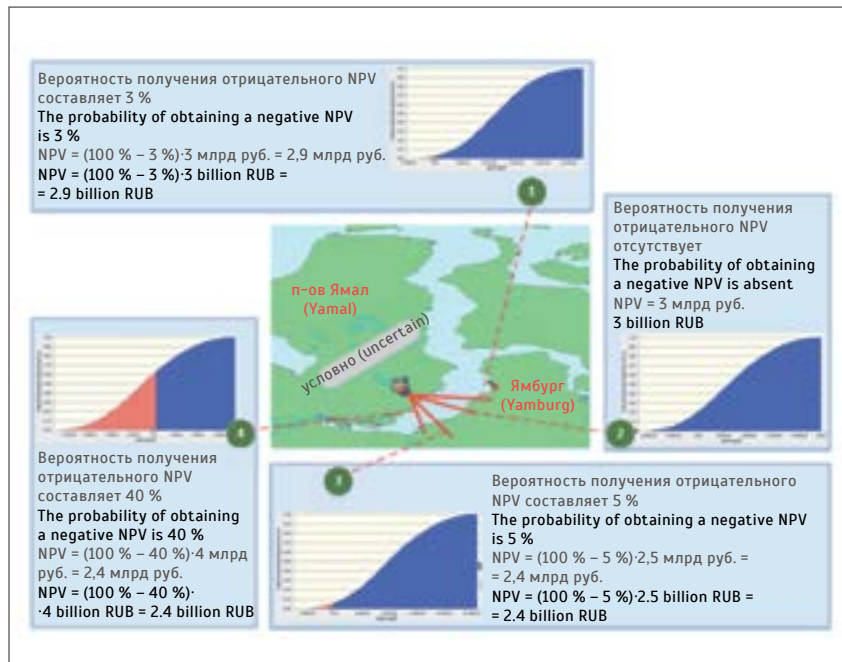


Рис. 2. Результаты технико-экономических расчетов и количественного анализа рисков для различных направлений трасс подводного перехода через Обскую губу
Fig. 2. Results of technical and economic calculations and quantitative risk analysis for various directions of underwater crossing routes across the Ob Bay

и минимизации ущербов от реализации рисков событий, вариантов разрабатывается перечень мероприятий. Несмотря на то что мероприятия представляются в наиболее общем виде, их приблизительный перечень позволяет определить незапланированные работы и учесть дополнительное привлечение людских и финансовых ресурсов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный Институтом и реализованный на практике подход

к заблаговременной идентификации и оценке рисков объектов газовой отрасли в условиях многовариантных расчетов показателей эффективности позволяет создать эффективный коммуникационный канал между проектными группами исполнителя и заказчика по идентификации всех видов рисков. Помимо этого создание базы для оценки последствий от реализации рисков и дальнейшего учета источников опасных событий обеспечивает заказчику предсказуемый финансовый результат. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Матковский А.К., Кочетков П.А., Степанова В.Б. и др. Экологическое обоснование создания рыбохозяйственной заповедной зоны и снижения антропогенной нагрузки на экосистему Обь-Тазовской устьевой области // Вестник рыбохозяйственной науки. 2014. Т. 1. № 2 (2). С. 12–26.
2. Кокин О.В., Цвевинский А.С. Геокриологическое строение подводного берегового склона Обской губы в зоне контакта с припаем // ИТС Вести газовой науки. 2013. № 3 (14). С. 67–69.
3. Наумов М.А. Параметрический анализ воздействия ледовой экзарации на заглубленный трубопровод // ИТС Вести газовой науки. 2013. № 3 (14). С.141–149.
4. Мироных С.Г. Оценка экологических последствий строительства и эксплуатации подводного перехода магистрального газопровода через Байдаракскую губу (Карское море) // Арктика: экология и экономика. 2014. № 3 (15). С. 72–78.

REFERENCES

1. Matkovskiy A.K., Kochetkov P.A., Stepanova V.B., et al. The Ecological Substantiation of the Creation of a Fishery Preserved Area and the Reduction of Anthropogenic Load on Ecosystem of the Ob-Tazovskaya Estuarine Area. Vestnik rybokhozyaystvennoy nauki = The Bulletin of Fisheries Science, 2014, Vol. 1, No. 2 (2), P. 12–26. (In Russian)
2. Kokin O.V., Tsvetsinsky A.S. Geocryologic Structure of Underwater Shoreface of the Ob Bay in the Area of Contact with Fast Ice. Nauchno-tekhnicheskii sbornik Vesti gazovoy nauki = Scientific-Technical Digest Vesti Gazovoy Nauki, 2013, No. 3 (14), P. 67–69. (In Russian)
3. Naumov M.A. Parametrical Analysis of Ice Gouging Impact upon Buried Pipeline. Nauchno-tekhnicheskii sbornik Vesti gazovoy nauki = Scientific-Technical Digest Vesti Gazovoy Nauki, 2013, No. 3 (14), P. 141–149. (In Russian)
4. Mironyuk S.G. Environmental Impact Assessment of Construction and Operation of Gas Pipeline Underwater Crossing through the Baydaratskaya Bay (Kara Sea). Arktika: ekologiya i ekonomika = Arctic: Ecology and Economy, 2014, No. 3 (15), P. 72–78. (In Russian)