

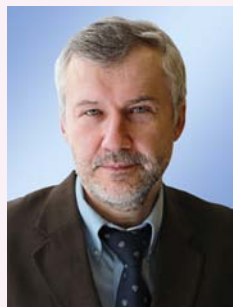
УДК 622.276(26).004.413.4(083.9)

© Коллектив авторов, 2011

## РОССИЙСКО-НОРВЕЖСКИЙ ПРОЕКТ «БАРЕНЦ–2020»: ГАРМОНИЗАЦИЯ СТАНДАРТОВ В ОБЛАСТИ АНАЛИЗА РИСКА



**Б. Пааске,**  
руководитель отдела промышленной безопасности и оценки риска (компания DNV, Норвегия)



**М.В. Лисанов,**  
д-р техн. наук, директор центра анализа риска (ЗАО НТЦ ПБ)



**В.С. Сафонов,**  
д-р техн. наук, зам. директора департамента (ООО «Газпром добыча шельф»)



**А.А. Петрулевич,**  
канд. техн. наук, зам. нач. отдела

*The results of the activity of the Russian and Norwegian specialists group on risk analysis within the frame of the project «Barents–2020» are given in the Article. The analysis results of some International codes are shown; these results can be used at normative regulation of industrial safety and accidents risk assessment at the floating platforms topsides in the arctic conditions of the continental shelf, are shown.*

*Ключевые слова: стандарт, риск, взрыв, пожар, барьер безопасности, проектирование, морские сооружения, континентальный шельф.*

Российско-норвежский проект под названием «Баренц–2020», основная задача которого — оценка существующих стандартов по охране труда, промышленной безопасности и охране окружающей среды для дальнейшего применения в проектах по добыче и транспортированию нефти и газа в Баренцевом море, действует с 2007 г. [1, 2]. Он проводится при поддержке российских и норвежских государственных органов, российских (ОАО «Газпром», ОАО «НК «Роснефть»), норвежских и международных нефтегазовых компаний, в том числе DNV, Statoil, ENI, Shtokman Development AG, OGP, Total. Анализ стандартов и составление совместных комментариев по семи выбранным темам исследований ведутся в семи международных группах экспертов (см. таблицу).

В настоящей статье представлены результаты работы группы RN 03, в состав которой входят специалисты компаний DNV, BP, а также организаций ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ООО «Газпром добыча шельф», ОАО «Гипроспецгаз», ЗАО НТЦ ПБ, ФГУП ВНИИПО МЧС России, ФГУП «ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова» и др. На разных этапах в работе группы участвовали от 8 до 15 человек. Основной задачей их работы в 2009–2010 гг. было рассмотрение вопросов, связанных с опасностью воспламенения утечек углеводородов на верхних строениях морских плавучих платформ (технологических судов), а также потерей контроля за скважинами (рис. 1).

Группа RN	Тема исследования
01	Определение общего перечня признанных международных стандартов для анализа применимости в проектах на Баренцевом море
02	Рекомендации по стандартам для проектирования стационарных платформ в Баренцевом море с учетом ледовых нагрузок
03	Рекомендации по стандартам управления риском основных угроз (пожары, взрывы, выбросы) на морских буровых, добычных, хранилищных платформах, эксплуатируемых в Баренцевом море
04	Рекомендации по стандартам на эвакуацию и спасение с судов и морских платформ, включая стандарты на спасательное оборудование
05	Рекомендации по стандартам обеспечения жизнедеятельности и охраны труда персонала при работе в Баренцевом море
06	Рекомендации по стандартам на погрузочно-разгрузочные операции, транспортировку нефти посредством судов для минимизации риска аварийных разливов нефти в Баренцевом море
07	Рекомендации по стандартам на операционные выбросы в атмосферу и в море для условий Баренцева моря

При освоении нефтегазовых месторождений в Баренцевом море необходимо учитывать проблемы, создаваемые арктическим климатом и удаленностью объектов добычи от берега (например, до 600 км для Шток-

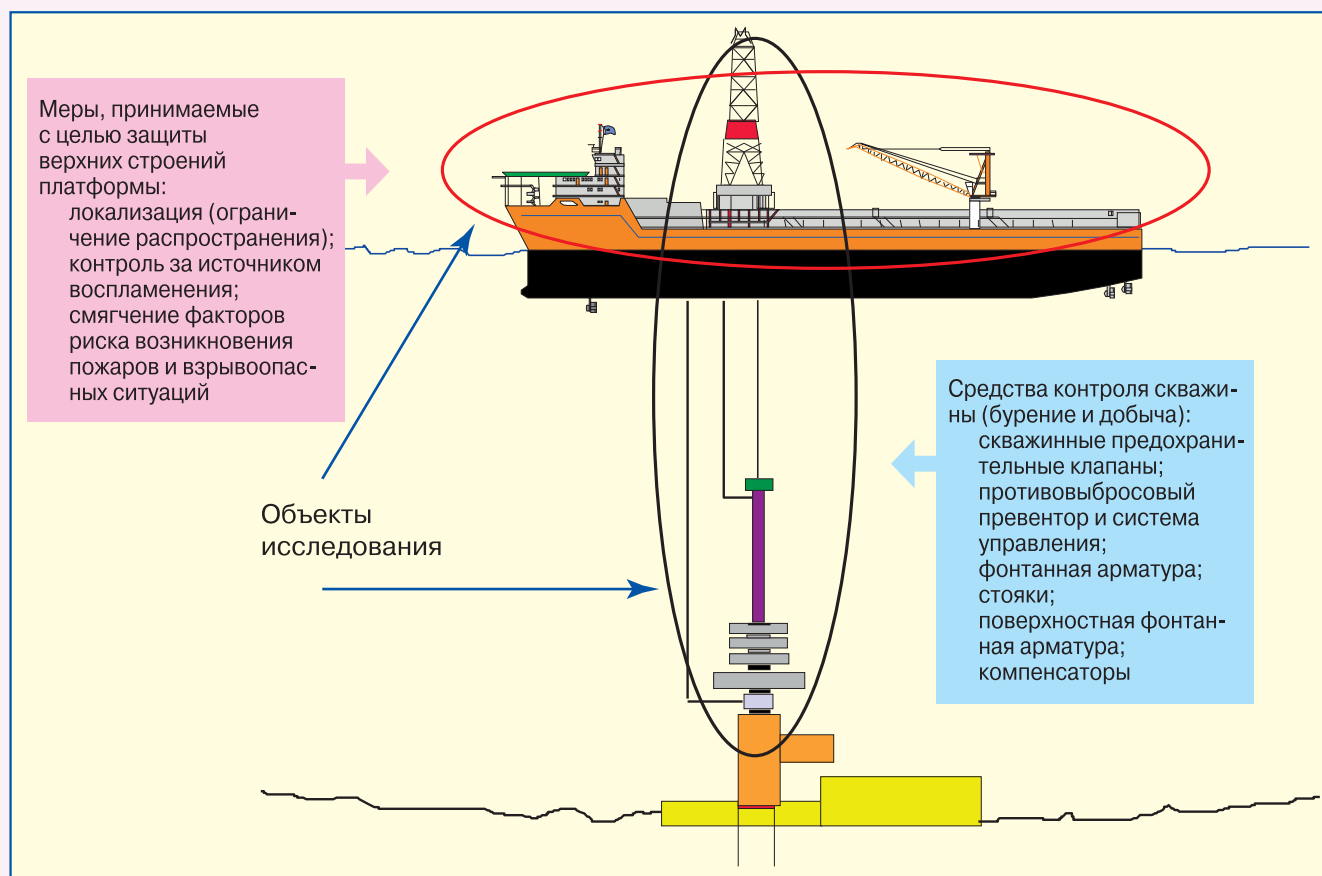


Рис. 1. Технические средства и меры, рассмотренные группой RN 03

мановского газоконденсатного месторождения). При выполнении работы было выявлено несколько связанных с арктическими условиями проблем, которые повышают риск по сравнению с условиями эксплуатации аналогичных морских объектов в Северном море. Основная цель данной работы заключалась в оценке влияния арктических факторов на функциональность барьеров безопасности, используемых для предотвращения и снижения опасностей (рис. 2), а также в определении того, каким образом это должно отражаться соответствующими стандартами. Под барьером безопасности подразумевается комплекс защитных мероприятий, направленных на снижение риска выбросов опасных веществ, взрывов и пожаров.

Одна из задач группы RN 03 — рассмотрение следующих основных факторов, влияющих на риски ведения работ в Баренцевом море:

ограждение производственной зоны ухудшает условия для обеспечения необходимой вентиляции по сравнению с более тради-

ционным в морских условиях размещением оборудования на проветриваемых площадках. Ухудшение условий вентиляции способствует скоплению горючих газов при их выделении как при нормальных условиях ведения технологических процессов, так и при авариях. Это повышает вероятность воспламенения

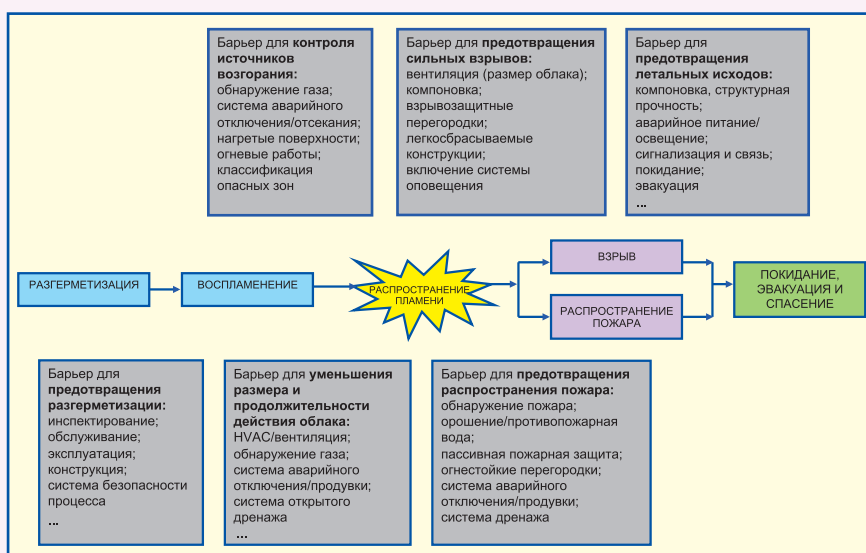


Рис. 2. Барьеры для уменьшения риска взрыва и пожара на верхних строениях платформ (здесь HVAC — естественная вентиляция и системы принудительной вентиляции, отопления и кондиционирования воздуха)

утечек по сравнению с открытым вариантом размещения производственных зон платформы. Панели климатической защиты увеличивают давление взрыва в случае воспламенения горючих газов (паров). Кроме того, в ограниченном пространстве производственных участков может усиливаться тепловая нагрузка и увеличиваться концентрация токсичных продуктов горения (дым), что ведет к снижению концентрации кислорода по сравнению с открытым пространством;

низкая температура влияет на свойства материалов и рабочие характеристики оборудования, технологических флюидов и вспомогательных сред и т.д. Если должным образом не учитывать это влияние, то оно может привести к критическим с точки зрения безопасности отказам;

низкая температура, снег, шуга (скопления рыхлого губчатого льда в воде), туман и обледенение могут влиять на барьеры безопасности и снижать их функциональность и готовность. В качестве примера можно привести использование в условиях холодного климата огнетушащих веществ, содержащих воду, или датчиков загазованности, которые подвергаются действию неблагоприятных метеорологических условий (обледенение или сильный туман);

низкая температура приводит к необходимости применения систем дополнительного отопления и при-

нудительной вентиляции. Эти системы могут быть критическими с точки зрения безопасности для определенных функций, и это следует принимать во внимание при установлении требований и руководств;

удаленное расположение мест ведения работ в Баренцевом море в сочетании с длительными периодами темноты (полярная ночь), холодным климатом, а также морским льдом приводит к тому, что эвакуация и спасательные операции оказываются более сложными, чем аналогичные действия в Северном море, и на их проведение также требуется больше времени. Это должно быть учтено в конструкции морского сооружения (установки), которая должна выдерживать аварийные нагрузки без возникновения угрозы для безопасных зон или общей устойчивости сооружения (установки).

Исходя из анализа вышеприведенных факторов, группой рассмотрено 27 международных стандартов по промышленной безопасности и охране труда, связанных с управлением риском, основные из которых отображены на рис. 3.

Группа RN 03 рекомендует использовать ISO 31000 «Указания по принципам и внедрению управления риском» в качестве основного стандарта, имеющего общий (рамочный) характер, для управления риском ведения работ в морских условиях в Баренцевом море.

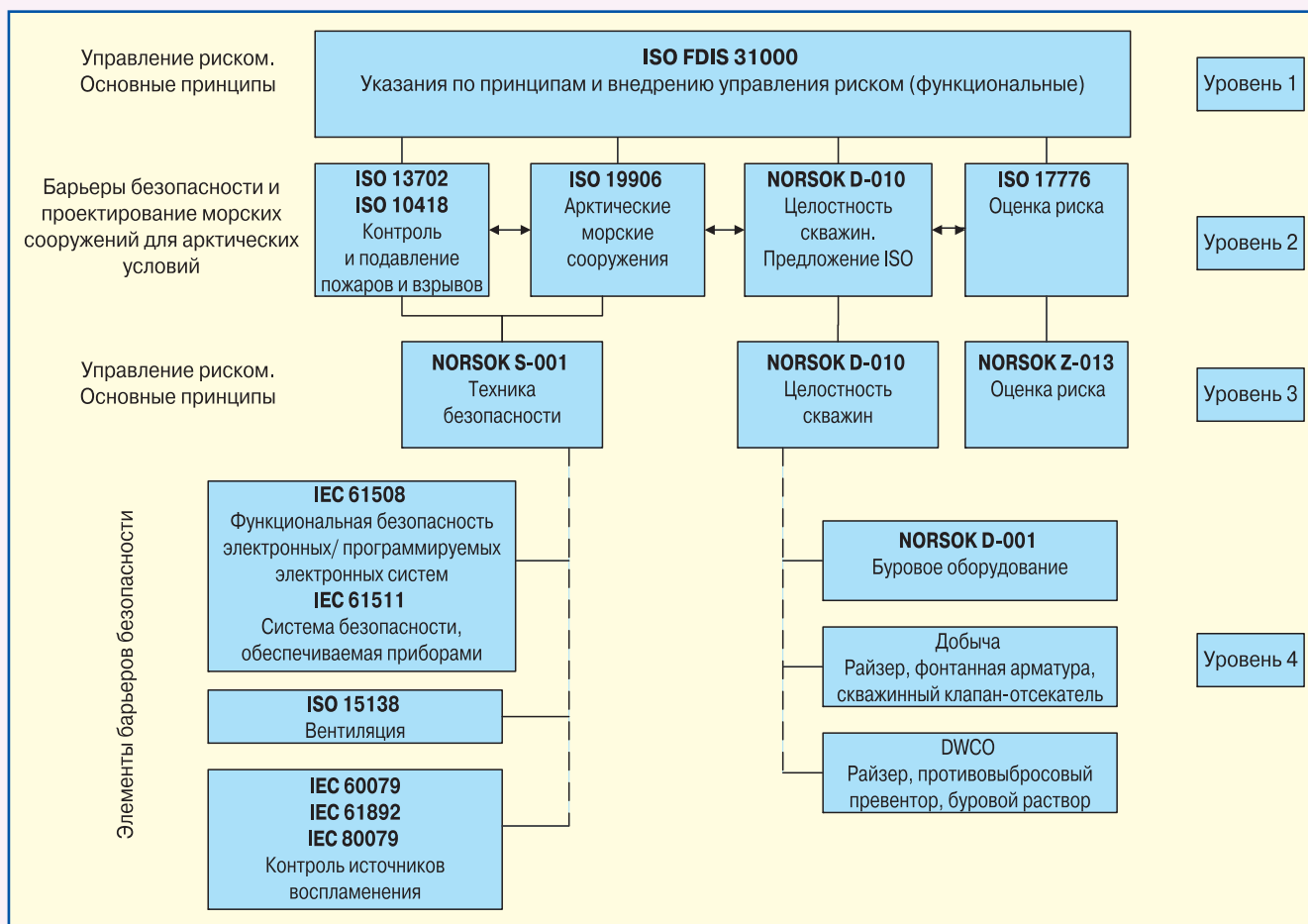


Рис. 3. Схема рекомендованных ключевых международных стандартов

К следующему уровню относятся международные стандарты, устанавливающие функциональные требования и указания по проектированию морских сооружений, средств предотвращения и снижения серьезности последствий пожаров и взрывов, по проектированию систем безопасности технологического процесса и по оценке риска:

ISO 19906 «Нефтяная и газовая промышленность. Арктические морские сооружения»;

ISO 13702 «Контроль и минимизация последствий пожаров и взрывов на морских добывающих установках»;

ISO 10418 «Основные системы аварийной защиты на поверхности»;

ISO 17776 «Руководящие указания по выбору инструментов и методик для идентификации опасностей и оценки риска».

Стандарт ISO 19906 рассматривается как основной источник информации о требованиях и руководствах для арктических морских сооружений. В нем приводятся основные принципы проектирования для подготовки верхнего строения платформ и буровых систем к зимним условиям, в том числе даются общие указания по системам безопасности верхнего строения платформ и оценке риска. Для данных систем рекомендуется в стандарте ISO 19906 давать информационную ссылку на стандарты ISO 13702 и ISO 17776.

Следующий уровень рекомендованных стандартов — норвежские стандарты NORSOK, в которых приводятся требования и указания в отношении элементов барьеров безопасности и оценки риска:

NORSOK S-001 «Техника безопасности»;

NORSOK D-010 «Целостность скважин»;

NORSOK Z-013 «Анализ риска и готовности к аварийным ситуациям».

Группа RN 03 также рекомендовала включить набор международных стандартов, в которых приводятся требования и указания в отношении конкретных элементов барьеров безопасности (IEC 61508, IEC 61511, ISO 15138, IEC 60079, IEC 80079, IEC 61892).

Стандарт NORSOK Z-013, в отличие от ISO 31000, содержит более конкретные положения по анализу риска, терминологию, этапы анализа риска, требования к анализу готовности к отказам и авариям, описание поражающих факторов аварии, критерии поражения, указания по проведению анализа выгод с точки зрения затрат и риска, связь с другими стандартами, а также перечень баз данных об отказах (аварийных ситуациях), рекомендуемый для применения в ходе работ в Северном море. Эти источники данных могут использоваться и для Баренцева моря, однако с некоторой осторожностью, так как требуется обсудить адекватность таких данных для холодного климата.

В целом можно сказать, что стандарты, определяющие общие принципы проектирования и базовые функциональные требования (ISO 3100, ISO 19906,

ISO 13702, ISO 17776, IEC 61508, IEC 61511, NORSOK S-001, NORSOK Z-013, NORSOK D-010), могут использоваться в имеющемся виде, однако информативные части стандартов должны быть обновлены для установления требований и рекомендаций по проектированию и оценке риска для морских сооружений в Баренцевом море. Эти стандарты также должны быть обновлены, насколько это будет возможно, для внесения в них соответствующих ссылок друг на друга и, особенно, на стандарт ISO 19906 по арктическим морским сооружениям. Предлагается считать этот последний стандарт совместно со стандартами ISO 13702 и ISO 17776 основным источником функциональных требований и рекомендаций для управления риском и оценки риска основных опасностей в Баренцевом море. Для стандартов, в которых приводятся более конкретные требования, выявлены некоторые области, которые должны быть обновлены для условий в Баренцевом море. Это относится к сериям IEC 60079 и IEC 80079, а также к стандарту IEC 61892 по контролю источников воспламенения и классификации опасных зон.

Анализ риска в указанных документах рассматривается как методология обоснования оптимальных решений для морских установок в Баренцевом море. Существуют различия между тем, каким образом оценка риска осуществляется и включается в процессы проектирования и обязательного согласования в России и Норвегии. Есть различия в наборе исходных данных, принятии допущений и методах моделирования аварийных процессов, особенно расчета взрывных нагрузок. Один из путей уменьшения различий — проведение семинаров с рассмотрением конкретных проектов в Северном или Баренцевом море. На предлагаемых семинарах должны обсуждаться такие вопросы, как взаимодействие между проектированием и оценкой риска, выполнение функциональных требований и использование критериев приемлемости риска, принятие решений на основании данных оценки риска и вероятностного анализа.

Именно для обсуждения таких вопросов был организован специальный семинар в рамках проведения конференции «Баренц–2020» 7–9 декабря 2010 г. Ниже представлены некоторые подходы к оценке риска, изложенные специалистами DNV.

При обосновании проектных решений по обеспечению взрывобезопасности верхних строений морских сооружений широко применяется вероятностный анализ взрыва, этапы которого показаны на рис. 4. Анализ основан на расчете вероятности утечек, воспламенения, параметров ударной волны с учетом конфигурации помещений и мер безопасности (в том числе вентиляции).

Докладчики отмечали важность учета принимаемых допущений и проведения анализа чувствительности исходных данных на результаты расчета (см. рис. 4).

На рис. 5 показано типичное распределение вероятности превышения взрывных нагрузок (максимального давления взрыва) на одну из стенок помещения платформы (перегородку), полученное с использованием программного продукта FLACS для трех различных сценариев возникновения и воспламенения утечек. Проектное решение может быть признано приемлемым, если частота превышения давления взрыва, равного 0,1 МПа (1 бар), не будет больше  $1 \cdot 10^{-4}$  1/год. Причем критерии приемлемости приводятся не в государственных документах, а определяются стандартами компаний или обосновываются в процессе проектирования.

В общем отчете по проекту «Баренц–2020» указано, что приложение G «Методика вероятностного моделирования взрывов» стандарта NORSOK Z-013 должно обновляться, чтобы в нем содержались руководства по следующим вопросам:

оценка чувствительности расчетов для оптимизации естественной вентиляции или иных факторов влияния на безопасность;

конфигурация вентиляционных отверстий и воздействия на интенсивность вентиляции, коэффициент охлаждения ветром, рассеивание газа и оценка значений избыточного давления взрывной волны;

определение влияния защищающих от воздействия погодных условий активных панелей и легкосбрасываемых конструкций.

Рассмотренные группой RN 03 международные и норвежские стандарты в целом не противоречат основным положениям аналогичных российских документов ПБ 08-623—03, ПБ 08-624—03, РД 03-418—01, РД-03-14—2005 (общие требования безопасности). Однако в действующих российских документах не учитывается ряд современных методов и технологий обеспечения безопасности работ при добыче нефти и газа на континентальном шельфе (например, технологических судов добычи, переработки и хранения углеводородов), что делает актуальными задачи дальнейшей работы по проекту «Баренц–2020» в части использования зарубежного опыта по нормативному регулированию безопасности на континентальном шельфе. Рассмотренные документы могут использоваться в качестве информационных и справочных документов при оценке риска и проектировании объектов

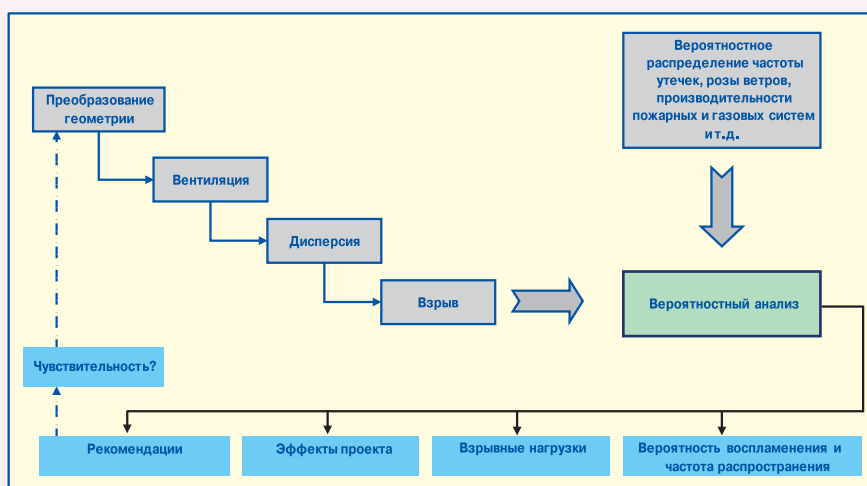


Рис. 4. Этапы моделирования и анализа риска

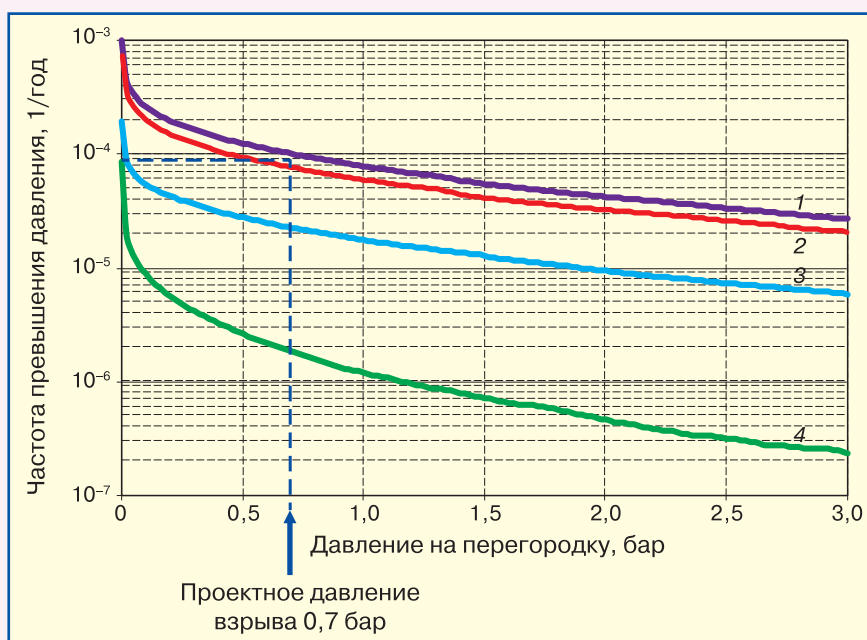


Рис. 5. Зависимость частоты превышения давления от величины этого давления на перегородку:

1 — суммарная частота превышения давления на перегородку; 2, 3, 4 — частота превышения давления при различных сценариях утечки

Штокмановского газоконденсатного месторождения, а также при разработке специальных технических условий, руководящих документов Ростехнадзора и стандартов нефтяной и газовой промышленности.

#### Список литературы

1. Оценка международных стандартов для безопасности добычи нефти и газа в Баренцевом море// III Междунар. конф. проекта «Баренц–2020». URL: <http://www.tksneftegaz.ru/?id=149>.

2. Проект «Баренц–2020». Оценка международных стандартов для безопасной разведки, добычи и транспортировки нефти и газа в Баренцевом море. — DNV, 2009.

risk@safety.ru