

Использование анализа риска при разработке проектных решений по морским платформам.

А. Петрулевич (ООО «Газпром добыча шельф»)

- I. Специфика морских платформ (в сравнении с береговыми объектами добычи и подготовки газа):**
- II. Основные этапы развития подхода к обеспечению безопасности платформ на основе анализа риска**
- III. Некоторые (отличающиеся от российских) единицы измерения, понятия и положения зарубежных нормативов по риску**
- IV. Краткая информация о системе комплексного обустройства Штокмановского ГКМ**
- V. Состав работ, выполненных по проектированию МЛТП Штокмановского ГКМ**
- VI. Содержание выполненных работ по проектированию МЛТП.**
- VII. Использование результатов анализа безопасности и риска при разработке проектных решений по МЛТП.**
- VIII. Различия с российской практикой проведения анализа рисков**
- IX. Проблемы, с которыми уже столкнулись в вопросах оценки безопасности и риска при выполнении работ по МЛТП Штокмановского ГКМ.**

I. Специфика морских платформ (в сравнении с береговыми объектами добычи и подготовки газа):

- высокая плотность размещения технологического оборудования (понятие «безопасного разрыва» неприменимо) и вследствие этого большая вероятность каскадного развития аварии;
- специфические режимы работы оборудования и трубопроводов;
- высокая производительность, сконцентрированная на малой площади;
- высокая стоимость;
- весь персонал находится в непосредственной близости от производственной зоны (понятие «безопасного удаления» неприменимо);
- при возникновении аварий и ЧС условия эксплуатации не позволяют легко покинуть опасную зону.

II. Основные этапы развития подхода к обеспечению безопасности платформ на основе анализа риска

1990 – рекомендации комиссии лорда Каллена о необходимости проведения анализа риска для платформ

1991 – норвежский государственный документ (NDP), требующий для морских платформ проведения анализа риска

1992 – британский государственный документ (HSE), требующий разработки «Case studies» - документа, содержащего анализ рисков (аналога декларации промышленной безопасности)

1990-1998 – большой объем исследований по моделированию взрывов и пожаров в загроможденных и замкнутых пространствах, приведший к созданию соответствующих программных средств

1990-1998 – широкое обсуждение понятия «уровень приемлемого риска»

2000 – изменение британских нормативов (HSE) по Case studies и норвежских (NDP) по требованиям к создаваемым платформам, в частности, по использованию анализа риска

2001 – первая редакция норвежского стандарта NORSOK Z-013 «Risk and emergency preparedness assessment»

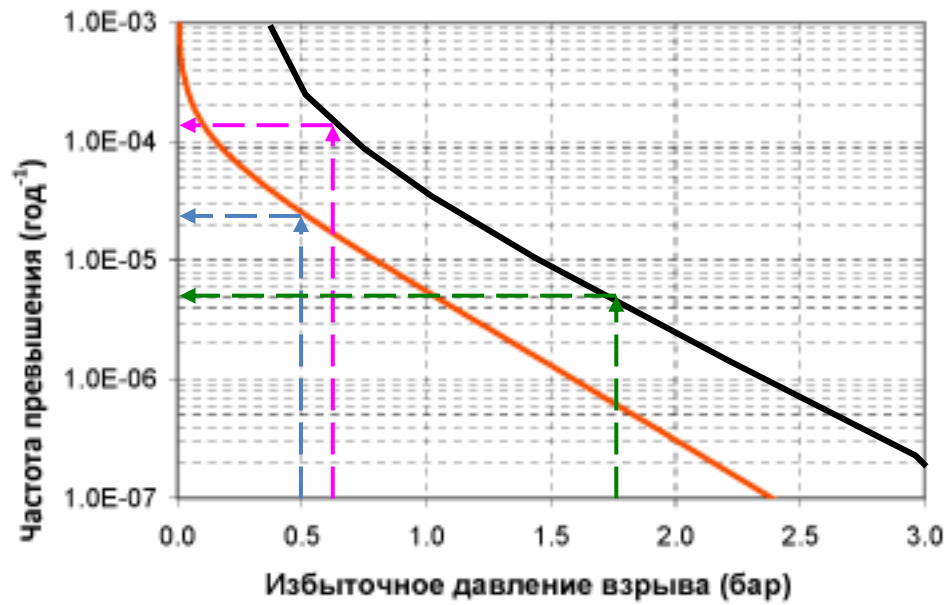
2003 – формирование философии «барьеров безопасности» (Норвегия)

2010 – выпуск очередной редакции Z-013

На 2010-11 гг. стандарт Z-013 применяется компаниями Норвегии, Великобритании, Франции, Канады, Австралии.

III. Некоторые (отличающиеся от российских) единицы измерения, понятия и положения зарубежных нормативов по риску

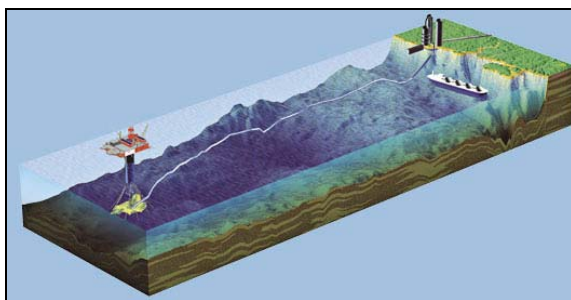
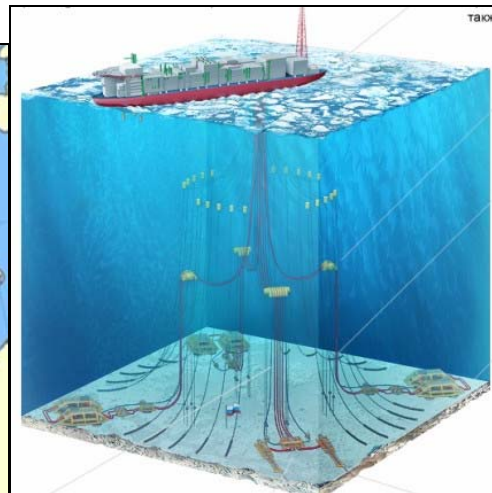
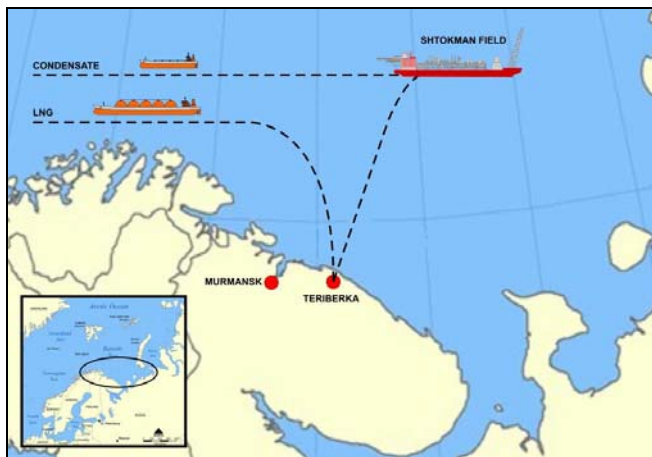
- **Единицы измерения**
 - FAR – 1 /(10^8 часов), 1 FAR ~ $9 \cdot 10^{-5}$ 1/год),
 - PLL – 1/год)
- **Понятия:**
 - Основные зоны
 - Основные функции безопасности (всего 5 шт.)
 - В случае аварии:
 - предотвращение развития аварийной ситуации на соседние зоны
 - сохранение несущей способности основных конструкций (в течение всего времени до покидания платформы)
 - обеспечение условий, необходимых для работы в помещениях, представляющих критическую важность для борьбы с последствиями аварий (в течение всего времени до покидания платформы),
 - сохранение зон безопасности (целостности укрытий) (в течение всего времени до покидания платформы)
 - сохранение по крайней мере одного пути эвакуации из любой зоны, в которой может оказаться персонал (в течение времени, необходимого для того, чтобы добраться до убежища).
 - Критерии приемлемого риска компании-оператора
- **Положения**
 - Используемые оператором критерии приемлемого риска должны включать критерии, определяющие допустимую вероятность нарушения основных функций безопасности. Эта допустимая вероятность не должна превышать $1 \cdot 10^{-4}$ 1/год по каждой функции безопасности.



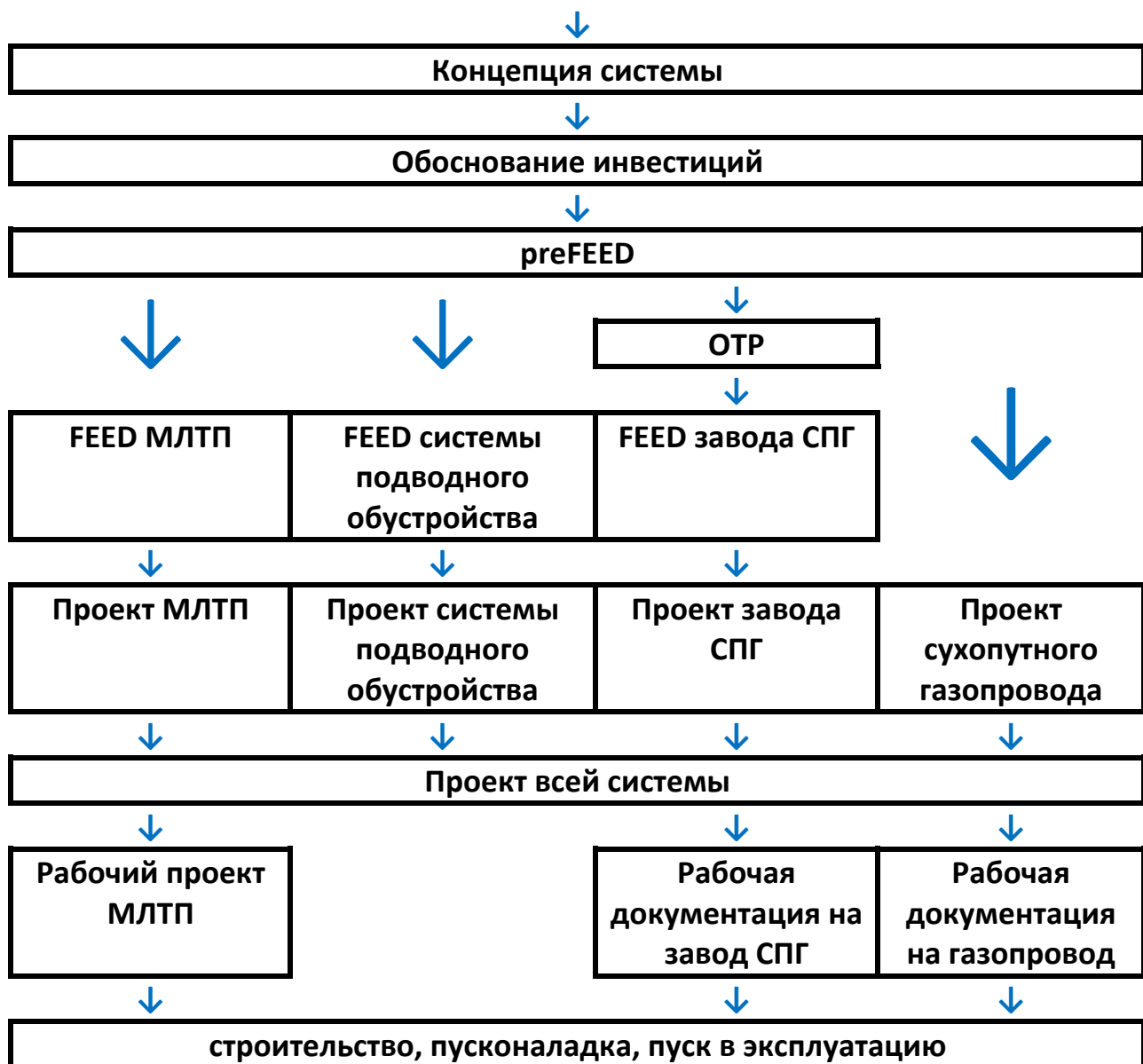
IV. Краткая информация о системе комплексного обустройства

Штокмановского ГКМ

- 3,7 трлн куб. м газа и 31 млн т. конденсата.
- глубина моря -300 м, 600 км до Кольского полуострова,
- арктические условия.



V. Состав работ, проводившихся по МЛТП Штокмановского ГКМ



Связь работ в цепочке «preFEED МЛТП - FEED МЛТП – рабочий (детальный) проект МЛТП» - каждый последующий этап учитывает результаты, полученные на предыдущем этапе, однако использует только основные решения, утвержденные Заказчиком. Т.е. достигнутая на предыдущем этапе высокая детализация исчезает, и детальные решения разрабатываются заново (с учетом того, что было разработано на предыдущем этапе).

Длительность выполнения работ

- preFEED МЛТП – 3-6 мес.,
- FEED МЛТП – 9 мес, - 1.5 года,
- рабочий (детальный) проект МЛТП – ???? 1.5-2 года ????

VI. Содержание выполненных работ по проектированию МЛТП.

preFEED

Выпускается 300-400 документов (включая результаты исследований по отдельным вопросам). Конкретный состав и количество документов согласуются Заказчиком и Проектировщиком.

Цель:

- сформировать облик системы, в частности определить
 - основные функциональные параметры системы (включая характеристики возможных сбивок производственного процесса);
 - основные решения по компоновке оборудования и компоновке судна,
 - основные решения по массогабаритным характеристикам,
 - принципиальные решения по эксплуатации и строительству,
 - график строительства;
 - требования к инфраструктуре системы;
 - принципиальные оценки рисков эксплуатации и их соответствия критериям приемлемого риска;
- получить оценки CAPEX, OPEX.

Использование полученных результатов

Материалы preFEED предназначены только для Заказчика. Проведение экспертиз не было предусмотрено и не проводилось.

FEED для МЛТП

Выпускалось 1500-4000 документов.

Цель:

Представить:

- информацию достаточную для принятия инвестиционного решения:
 - Совокупность технологических, технических и организационных решений по объекту:
 - подтверждение соответствия технологии параметрам сырья, требованиям потребителей к качеству продукции,
 - возможности технологии обеспечить необходимую динамику изменения производительности во времени, оценка рисков возможных отклонений от плановых объемов поставок продукции,
 - массово-габаритные характеристики объекта,
 - состав и функции систем объекта, наличие специфических требований к системам,
 - состав оборудования в составе систем, соответствие параметров оборудования возможностям поставщиков,
 - пространственная компоновка объекта
 - схема эксплуатации, включая решения по персоналу,
 - требования к инфраструктуре, необходимой для эксплуатации
 - технология и графики проведения строительства,

- технологические, инженерно-технологические и планировочные чертежи,
- документация по системам автоматизации,
- подтверждение соответствия принятых решений действующим стандартам и нормам
- совокупность обличных характеристик, влияющих на CAPEX и OPEX,
- соответствие критериям приемлемого риска компании (в отношении ущербов имуществу, жизни и здоровью людей, окружающей среде).
- информация, достаточная для проработки схемы финансирования проекта (кредитно-финансовая работа с банками):
 - CAPEX, OPEX (динамика)
 - экономические показатели проекта.
- Документация по МЛТП в объеме, достаточном для проведения тендера на детальное проектирование, строительство, пусконаладку и пуск в эксплуатацию.
- Документация на заказное оборудование в объеме, достаточном для проведения тендера на изготовление и поставку (состав, требования),
- Требования к необходимой инфраструктуре в объеме, достаточном для предварительного определения поставщиков.

Использование полученных результатов:

Материалы FEED предназначены только для Заказчика.

По инициативе Заказчика материалы с техническими и организационными решениями направлялись на экспертизу (PMPC - Россия, ABS - США, Bureau Veritas - Франция).

Внутренняя экспертиза ОАО «Газпром» не проводилась.

VII. Использование результатов анализа безопасности и риска при разработке проектных решений.

Концепция

При разработке концепции проводились:

- идентификация рисков
- предварительный анализ рисков.

При принятии решения по продолжению работ по МЛТП результаты анализа рисков использовались наряду с другими результатами.

preFEED

Выпускавшиеся документы по вопросам риска и безопасности:

- HAZID
- Комплексный анализ рисков (КАР) (взрывы, пожары, столкновения с судами, утечки углеводородов в море).
- Концепция обеспечения безопасности,
- Документы по конкретным вопросам: по аварийной остановке, по сбросу давления в технологической системе, по пожарной безопасности и др.

Использование результатов анализа рисков при разработке решений:

- использовались наряду с другими результатами при принятии решения по продолжению работ по МЛТП,
- результаты анализа безопасности и риска при разработке решений не использовались (HAZID и Комплексный анализ рисков проводились после того, как все основные решения по платформе уже были приняты),
- при выявлении в рамках HAZID непредвиденных опасностей – в случае необходимости проводилась корректировка стоимостных показателей систем, способных снизить соответствующие риски.

FEED для МЛТП

По вопросам безопасности и риска в рамках FEED проводилось следующие работы:

- идентификация опасностей (HAZID), включая следующие аспекты
 - технологические опасности,
 - опасности эксплуатации системы,
 - опасности при эвакуации, покидании и спасении (HAZEER);
 - опасности при ликвидации аварийных ситуаций (HAZER);
 - опасности, связанные с человеческим фактором;
 - опасности, связанные с арктическими условиями эксплуатации.
- оценка размеров зон воздействия поражающих факторов (HAZAN)
- идентификация основных аварий (HAZID + HAZAN => реестр основных аварий)
- анализ технологических опасностей (HAZOP) и обоснование состава и размеров отключаемых секций технологического процесса
- идентификация систем критической важности (обеспечивающих безопасность МЛТП (барьерные функции)) – состав, функции
- анализ прямых последствий пожаров (основные технологические модули и турель)
- анализ распространения дыма от пожаров
- анализ взрыва газа (основные технологические модули и турель)
- анализ рассеяния газа при затухании факела
- анализ рассеяния выбросов продуктов сгорания (турбины и т.п.)
- анализ рассеяния газа при подводных выбросах
- анализ падений грузов,
- анализ риска столкновения с судами
- анализ риска падений вертолетов на МЛТП
- анализ риска пролива углеводородов на воду,
- анализ транспортных рисков для персонала (перевозки вертолетами, судами)
- анализ живучести систем обеспечения безопасности (отсечные клапаны, клапаны сброса давления,
- анализ рисков эвакуации и покидания,
- исследования SIL,
- устойчивость корпуса, турели, якорной системы удержания к ветровым, волновым и ледовым воздействиям.

По итогам работ оценки безопасности и риска выпускалось множество документов, среди которых базисным рамочным документом является «Концепция обеспечения безопасности», содержащая:

- реестр основных опасностей и сценариев из реализации
- состав решений, направленных на предотвращение реализации опасных сценариев, и ссылки на документы, где данные вопросы рассматриваются детально.

Использование результатов анализа рисков при разработке решений:

Работы по оценке безопасности и риска начали проводиться достаточно рано. Работы по анализу взрывов, пожаров, рассеяния газа, и продолжались почти до самого конца работ по FEED.

Результаты использовались:

- наряду с другими результатами при принятии решения по продолжению работ по платформе;
- как указатель необходимости корректировки уже принятых проектных решений (ранее в рамках FEED), в т.ч. серьезных:
 - по общей компоновке МЛТП и ее разбивке на основные зоны, по размещению основного оборудования, систем, линий коммуникаций, по конструкции факела,
 - по конструкции корпуса,
 - по конструкции турели и якорной системы удержания,
 - по размещению вертолетной площадки;
- для установления требований к элементам и подсистемам МЛТП, которые будут учтены
 - либо в ходе дальнейшей разработки FEED (конкретные решения, CAPEX),
 - либо на этапе детального проектирования.

Первоначальные решения по обеспечению безопасности разрабатываются на основе имеющегося опыта с учетом стандартов и правил. Затем эти решения оцениваются на основе проводимых в рамках FEED работ по оценкам безопасности и риска, на основе чего разрабатываются дополнительные требования. Возникающие требования фиксируются в реестре требований подразделения, которое требование установило, передаются в подразделения, в компетенции которых находится требование (через руководство), после взаимного согласования всеми подразделениями, утверждение добавляемых требований руководством. Процесс передачи информации в компании документируется, так что потеря каких-либо требований оказывается невозможной.

Схема выполнения работ следующая: В проектирующей компании есть компетентная группа специалистов, обеспечивающая заключение контракта с компанией-подрядчиком, специализирующейся на том или ином аспекте анализа безопасности или риска. Все конкретные работы выполняются этой компанией-подрядчиком. Результаты работы обсуждаются с основной компанией.

Состав этих требований:

- для помещений и зон, где возможны взрывы и пожары углеводородов:
 - переборки, стенки, палубы (взрывоустойчивость, пожароустойчивость, места расположения и площадь легкобрасываемых конструкций),
 - крепление основного технологического оборудования и трубопроводов (удержать при возникновении соответствующих нагрузок)
 - вентиляция (для помещений с приточной вентиляцией - кратность воздухообмена и места расположения вентиляционных отверстий, для помещений и зон с

- естественной вентиляцией – расположение, конструкция и площадь вентиляционных отверстий),
 - элементы систем управления (датчики, исполнительные устройства, контроллеры, локальные пульта управления) – размещение, уровень устойчивости к воздействию поражающих факторов (используется при выборе типа, требований к пассивной защите),
 - каналы коммуникаций (способ прокладки, используемые кабели),
 - прокладка маршрутов для обслуживания оборудования и для эвакуации и др.
- для зон, где возможны падения предметов, и др. внешние механические воздействия – требования к устойчивости механической защиты,
- для критически важных систем – требования по надежности функционирования после завершения и в ходе воздействия поражающих факторов аварий,
- для автоматических систем противоаварийной защиты (функциональная безопасность электрических, электронных, программируемых электронных систем связанных с безопасностью) – требования по надежности работы (стандарты ISO 61508, 61511),
- для средств эвакуации и покидания судна – требования к возможности использования после завершения и в ходе действия различных внешних воздействий/осложняющих факторов.

VIII. Различия с российской практикой анализа рисков

- Проведение анализа рисков начинается с ранних этапов готовности проектных решений. Результаты анализа активно используются в ходе проектирования при разработке разнообразных требований к техническим средствам)
- Многостадийный анализ риска. На ранних стадиях внимание концентрируется на вероятности нарушения основных функций безопасности:
 - возможности/невозможности каскадного развития аварии
 - работоспособности элементов, являющихся критически важными для обеспечения живучести платформы в случае возникновения аварий и ЧС
 - возможности/невозможности людей добраться до временных убежищ
 - живучести временных убежищ под действием поражающих факторов аварий.
 с целью оценки правильности принципиальных решений. Принятие решений по правильности/неправильности на основе опыта работ по другим объектам.
- Для оценки нарушения основных функций безопасности используется вероятностный критерий

- Серьезное внимание уделяется вопросам оценки последствий (моделированию) рассеяния газа, взрывов, пожаров в загроможденных пространствах и замкнутых объемах
- Обязательное проведение оценок вероятности отказа элементов, входящих в состав систем барьеров обеспечения безопасности
- Существенно (в 2-4 раза) более низкая стоимость проведения работ по анализу риска, нежели эти принято в России.

IX. Проблемы, с которыми уже столкнулись в вопросах оценки безопасности и риска при выполнении работ по МЛТП Штокмановского ГКМ.

- По многим вопросам строительства платформ отсутствуют отечественные стандарты и правила.
- РМРС не признает полученных зарубежными компаниями результатов анализа рисков, как не соответствующих требованиям РМРС.
- На настоящий момент времени российские организации хорошо знакомы с российской нормативной базой по анализу риска и имеют необходимые для выполнения соответствующих работ программные средства. Однако, они плохо знакомы с зарубежной нормативной базой по вопросу анализа рисков эксплуатации морских платформ и не имеют программных средств, предназначенных для моделирования важных аварийных процессов на морских платформах.

В силу этого в стране нет организаций, способных провести анализ рисков эксплуатации платформ в соответствии требованиями, принятыми в странах, где эксплуатация платформ распространена и имеется соответствующий опыт.

- Даже если бы такая организация нашлась, принятая в стране практика проектирования не предусматривает использования результатов анализа риска при разработке проектных решений. Соответственно, результаты анализа риска, полученные этой компанией, не были бы должным образом использованы с целью улучшения качества проекта.