ОТ, ТБ и ООС на стадии проектирования:
подход для России

HS&E in Design:
An Approach for Russia

Предыстория

Предыдущие исследования, выполненные Тюменской оперативной рабочей группой (ТОРГ) в 1992-93 годах, определили необходимость восстановления производственной культуры в области охраны труда, техники безопасности и охраны окружающей среды (ОТ, ТБ и ООС) при разработке расположенных в Западной Сибири многочисленных нефтегазовых месторождений и внедрении такой практики, в частности, при осуществлении разработки и модернизации нефтяных промыслов производственными объединениями, работающими в пойме реки Обь и ее притоков.

ТОРГ провела полевые и оценочные исследования для определения объема, содержимого и размещения моделей разработок нефтяных и газовых месторождений в регионе в дополнение к предоставлению займов производственным объединениям, отвечающим установленным требованиям для:

» переоборудования скважин, коэффициент продуктивности (КП) которых превышает определенное значение, и ликвидации скважин, КП которых ниже определенного значения;

Background

Earlier work by the Tyumen Task Force (TTF) in 1992/3 identified the importance of re-establishing a Health, Safety and Environment (HS&E) culture in the prolific oil and gas operations of Western Siberia with the idea of developing and modernising oilfields within the flood plain of the Ob river and its tributaries.

TTF conducted field surveys and assessment studies in order to scope the content and location of model oil and gas field developments in the Region, in addition to providing loans to qualifying production associations for the following activities:

» modernisation of wells above a certain Productivity Index (PI) and abandonment of wells below a certain PI;
» provision of reliable metering facilities;
» replacement of key sections of flowline;
» injection of corrosion inhibitor chemicals;
» the provision of emergency response equipment.

Qualification included the drawing up of plans to:

» complete environmental baseline surveys and environmental impact assessments;
» involve local communities and institutions in the approval process for new developments;

» предоставление надежных замерных установок;
» замена основных участков выкидных трубопроводов;
» закачка антикоррозийных химических добавок;
» предоставление оборудования для ликвидации аварийных ситуаций.

Квалификация включает составление планов по:
» завершению исследований исходного состояния окружающей среды, а также оценка воздействия на окружающую среду;
» привлечению местных органов и учреждений (организаций) в процесс согласования планов разведки, доразведки и освоения новых месторождений;
» внедрению новых технологий и методов эксплуатации;
» повторному обеспечению понимания важности использования процедур отбора материалов и внедрения процессов обеспечения качества;
» стимулированию сотрудничества между соседними производственными объединениями по вопросам ликвидации аварийных ситуаций.

Цели данной статьи

Главная цель этой статьи – обобщение полученного ранее опыта, наработанного ТОРГ в Западной Сибири и привлечение внимания к тому, что своевременное и эффективное применение результатов исследований по выявлению аварийно-опасных участков (Hazard Identification – HAZID), а также результатов, полученных при проведении стоимостно-функционального анализа, и результатов исследований по оценке рисков занимает центральное место в процессе проектирования для определения стабильных методов разработки и эксплуатации для нефтяных и газовых проектов в регионе.

Одна из задач статьи – показать потенциальные возможности для:
» проведения исследований по выявлению аварийно-опасных участков с целью привлечения региональных источников информации и экспертного потенциала для минимизации возможностей возникновения крупных аварий;
» проведения исследований опасностей и эксплуатационных возможностей (Hazard and Operability – HAZOP) для систематического определения эффективных мер безопасности производственного процесса;
» исследования количественной оценки рисков (Quantitative Risk Assessment – QRA) для сравнения успеха разработки с критериями оценки, установленными в отрасли и обществе;
» процедуры проверки производственного процесса для обеспечения целостности работающей системы на протяжении всего срока разработки;
» promote modern technologies and operating practices;
» re-establish the importance of the materials selection and quality assurance processes;
» encourage cooperation between neighbouring production associations in matters of emergency response.

Objectives of this Article

The objective of this article is to draw on this earlier TTF experience in Western Siberia and to outline how the timely and effective use of Hazard Identification (HAZID), Value Engineering and Risk Assessment studies in the design process can be central to establishing sustainable development and operating practices for oil and gas projects in the Region.

The article aims to show the potential for the following:
» Hazard Identification Study to draw on regional knowledge and project experience to minimise the potential for major accident hazards;
» Hazard and Operability Study (HAZOP) to systematically identify effective process safeguards;
» Quantitative Risk Assessment Study (QRA) to gauge the success of the development against established industry and society assessment criteria.
» Verification process to ensure ongoing system integrity through the life of the development;
» Value Engineering Workshop to identify alternative technologies and development methods that can improve the performance of the project.

This article lists the streams in the HS&E in Design process and gives examples where the above studies have been successful in locations bordering Russia as well as in Russia itself.

The example for the HAZID Study is taken from a major infrastructure project in Italy. For this project, latent hazards in the onshore natural environment are identified and analysed.

HS&E in Design is incorporated into projects in five parallel streams:
» Hazard Identification and Risk Assessment;
» Value Engineering;
» Loss Prevention and procurement of HS&E equipment;
» Impact on the Natural Environment;
» Working Environment Assessments.

The scope of work represented by these streams is then applied to produce deliverables at key milestones in the project lifecycle:
» Feasibility study;
» Concept selection;
» Concept definition;
» System definition;
» Detail engineering;
» Follow-on and commissioning;

» стоимостно-функционального анализа для определения альтернативных технологий и методов разработки, которые позволяют повысить эффективность выполнения проекта.

В данной статье представлен перечень направлений процесса ОТ, ТБ и ООС при проектировании и приведены примеры положительных результатов исследований в местах, находящихся как на границе с Россией, так и в самой России.

Пример исследования по выявлению аварийно-опасных участков (HAZID) взят из базового проекта по инфраструктуре, осуществлявшегося в Италии. Для этого проекта определялись и анализировались скрытые опасности в береговой окружающей природной среде.

ОТ, ТБ и ООС при проектировании интегрируется в проекты по пяти параллельным направлениям:
» выявление аварийно-опасных участков и оценка рисков;
» стоимостно-функциональный анализ;
» мероприятия по предотвращению потерь и поставка оборудования для реализации программ ОТ, ТБ и ООС;
» влияние на окружающую природную среду;
» оценка производственных условий.

Объем работ, который необходимо выполнить по указанным направлениям, в дальнейшем включается в проектные материалы, создаваемые по основным этапам жизненного цикла от самого начала проекта:
» технико-экономическое обоснование проекта;
» выбор концепции;
» формулирование концепции;
» определение системы;
» детальное проектирование;
» доработка в процессе эксплуатации и ввод в промышленную эксплуатацию;
» эксплуатация и наладочные работы;
» вывод из эксплуатации и ликвидация.

Начальное техническое проектирование (Front End Engineering Design – FEED) проводится одновременно с подготовкой технико-экономического обоснования и завершается во время этапа проекта «Определение системы» на стадии, согласованной с Клиентом.

Выявление аварийно-опасных участков (HAZID), оценка рисков и стоимостно-функциональный анализ

Исследования HAZID проводятся на этапе выбора концепции при сравнении профилей опасности вариантов разработки. Они детализируются и уточняются на последующих стадиях выполнения проекта для обеспечения определенного уровня качества.

» Operation and modification; and
» Decommissioning and abandonment.

A) Проект трубопровода GALSI (Галси). Исследование по выявлению аварийно-опасных участков
GALSI Project: Hazard Identification Study.
B) Украинское газовое месторождение и установки комплексной подготовки газа. Исследование опасностей и эксплуатационных возможностей (HAZOP).
Ukraine Gas Field and CPFs: HAZOP Study.
C) Сахалин II. Оценка риска при гидроиспытаниях.
Sakhalin II: Risk Assessment of Hydrotesting.
D) Шах-Дениз. Оценка рисков при транспортировке морем.
Shah Deniz: Shipping Risk Assessment.
E) Разработка Штокмановского месторождения, фаза I. Схема проверки.
Shtokman Phase I Development: Verification Scheme.
F) Республика Корея. Стоимостно-функциональный анализ разработки, поставки и строительства (EPC).
Republic of Korea: EPC Value Engineering Workshop.

Front End Engineering Design (FEED) corresponds with the preparation of the technical and economic basis, is completed during the system definition phase of a project, and at a point agreed with the Client.

Hazard Identification, Risk Assessment and Value Engineering

HAZID Studies are held as early as Concept selection when the hazard profiles of development options are compared. They are refined in successive project phases to meet defined quality levels.

The HAZID is concerned with potential major accident hazards, which as a minimum can be defined as:

Personnel safety: Major injury or major impact to health.

Assets: Local damage including part shutdown.

Environment: Limited discharges of known toxicity.

Reputation: Regional public concern.

Also the identification of the safety and environmental critical elements that are required to arrest a major hazard developing into a major accident or incident.

HAZOP Studies are scheduled for Concept definition and Detail design. The objective of a HAZOP can be summarised:
» Check the design and consider whether any deviation from design intent, which can occur through

HAZID анализирует возможности возникновения крупных аварий, которые, как минимум, можно определить следующим образом:

Безопасность персонала:
травмы с тяжелыми последствиями и серьезный ущерб для здоровья

Основные средства производства:
локальные повреждения, включая частичную остановку

Окружающая среда:
ограниченный выброс веществ известной токсичности

Репутация: общественное мнение в регионе и определение основных элементов безопасности и окружающей среды, которые необходимы для сдерживания и торможения развития основной опасности и ее перерастания в крупную аварию или аварийную ситуацию.

Исследования HAZOP запланированы на этапы «Формулирование концепции» и «Детальное проектирование». Вкратце, цель HAZOP заключается в следующем:

- Проверка проекта и определение возможности возникновения опасности в результате любого отклонения от проектных параметров, которое может произойти в результате выхода из строя оборудования или неправильного обращения с ним.
- Определение того, являются ли меры предосторожности и обеспечения безопасности, включенные в проект, достаточными для предотвращения опасных ситуаций или снижения их последствий до приемлемого уровня.
- Подтверждение того, что пригодность к эксплуатации удовлетворяет предусмотренным проектной документацией критериям
- Предоставление исходных данных для исследования, определяющего требования к уровню сохранения безопасности для систем, оснащенных измерительными приборами безопасности.

Количественная оценка риска (QRA) используется для перечисления уровней риска для лиц, окружающей среды и инвестиций, в основном в целях сравнения с корпоративными и определенными нормативными документами критериями приемлемости.

Для каждого потенциально возможного несчастного случая с тяжелыми последствиями, который подходит для оценки QRA, на основании отраслевых данных и с использованием анализа дерева отказов рассчитывается частота его возникновения. Затем с помощью диаграммы возможных последствий данного события с использованием данных о повреждениях и наборов правил оцениваются последствия выявленной аварийной ситуации либо крупной аварии.

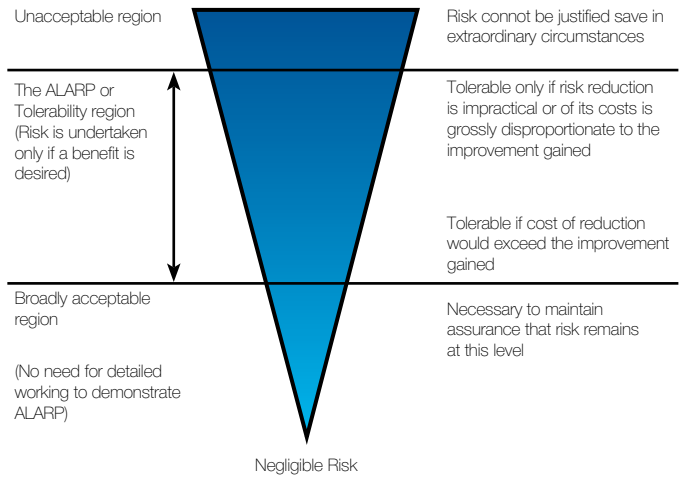
malfunction or mal-operation could cause a hazard.
- Check whether the precautions or safeguards incorporated into the design are sufficient to either prevent the hazard occurring or to reduce the consequences to an acceptable level.
- Confirm that operability is satisfactory and appropriate to the design intent.
- Provide input to a study that determines Safety Integrity Level requirements for safety instrumented systems.

Quantitative Risk Assessment is used to enumerate risk levels to persons, the environment and investment, chiefly for comparison with corporate and regulatory acceptance criteria.

For each potential major accident hazard, which qualifies for QRA, the frequency of its occurrence is calculated from Industry data and using fault tree analysis. The consequences of the unfolding accident or incident are then evaluated via event trees using impairment data and rule sets.

For a successful development, QRA is used to demonstrate that the residual risk levels to working groups, the average individual or to society as a result of a petroleum development or an oil and gas field operation are as low as reasonably practicable (ALARP).

ALARP statements are first developed during the concept selection process and are refined through the project lifecycle.



Verification activities ensure that safety and environment critical elements identified during HAZID and HAZOP and evaluated in QRA are suitable and sufficient and can and do continue to meet the Performance Standards required of them in their role of safeguarding against potential major accident hazards.

Performance Standards specify the requirements for: Functionality; Availability; Survivability; and Interaction with other safety critical systems.

В случае признания разработки успешной, используется метод QRA (количественной оценки рисков) для демонстрации того, что уровень остаточных рисков для рабочих групп, среднестатистического человека либо сообщества в целом в результате разработки нефтяного месторождения или эксплуатации нефтяного и газового месторождения низок настолько, насколько это практически осуществимо (as low as reasonably practicable – ALARP).

Подготовка первых отчетов ALARP осуществляется во время процедуры выбора концепции, после чего они дорабатываются на протяжении всего срока выполнения проекта.

Проверочные действия позволяют убедиться, что выявленные в ходе HAZID и HAZOP основные критические элементы для безопасности и окружающей среды и оцененные при проведении количественного анализа QRA подходят, являются достаточными и соответствуют предъявляемым к ним требованиям Стандарта технических характеристик, чтобы их можно было использовать для обеспечения защиты от возможных несчастных случаев.

Стандарты технических характеристик определяют специфические требования для: функционального назначения, доступности, выживаемости и взаимодействия с другими основными системами обеспечения безопасности. Стоимостно-функциональный анализ является частью процесса выбора концепции и завершает этап формулирования концепции для анализа главных функций проекта с целью определения минимальных затрат на весь период выполнения проекта без ущерба для безопасности, графика выполнения работ, целей и задач клиента.

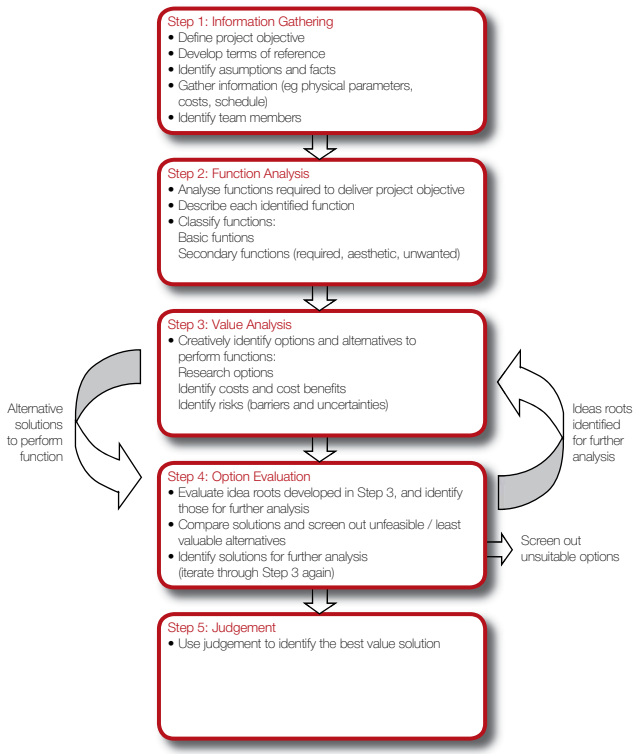
Команда специалистов в различных областях, включая персонал проекта и клиента, возглавляемая опытным руководителем, привлекается для определения и изучения альтернативных вариантов:
» концепции проекта;

Value Engineering Workshops are used as part of the concept selection process and at the close of the concept definition phase to analyse the primary functions of the project, with a view to attaining the lowest lifecycle costs without compromising safety, schedule or client goals and targets.

A multi disciplinary team including project and client personnel is led by an experienced facilitator to identify and study alternatives such as:

» design concepts;
» equipment and processes;
» materials of construction;
» construction and operating methods;

through following a Value Engineering process as outlined in the figure below.



Example Studies

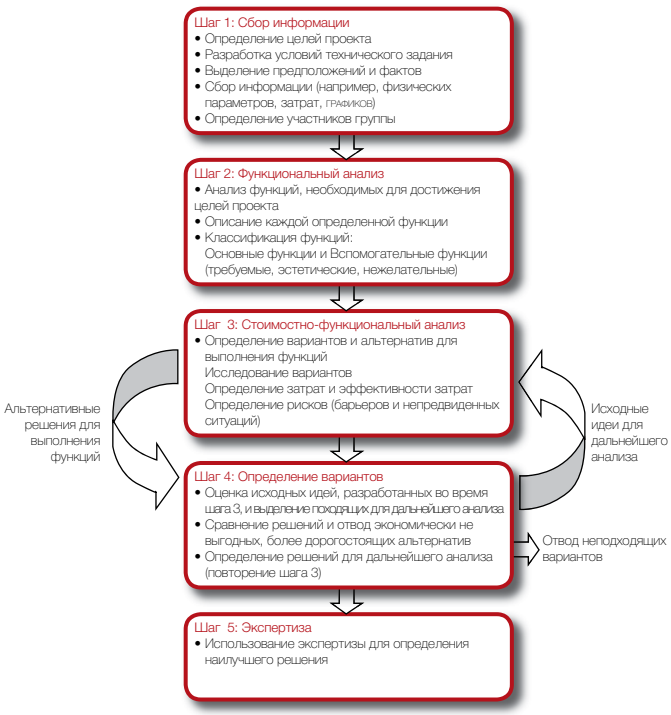
A) GALSI Project: Hazard Identification Study

The table opposite is an extract from the Hazard Register created interactively during the Concept definition phase HAZID for the GALSI Project. The table provides details of the Natural Environment Hazards with the potential to impact the onshore section of a major gas pipeline.
A later HAZID, which is scheduled for Detail Design will:

» review the currency of this HAZID and close out or reactivate earlier actions, as appropriate;
» update the Hazard Register to include findings of completed risk assessment studies and geotechnical surveys;
» define outline performance standards on a hazard by hazard basis for the environment critical elements, which are referred to as controls or safeguards.

#	Hazard	Cause	Potential Effect	Cons	Prob	Raw Risk	Control / Safeguard	Residual Risk	Recommended Actions
4 Environmental Hazards									
1	Subsidence	Settlement of ground foundation	Induced stresses in pipeline & SCADA cable	M	M	Medium	Design	Low	Geotechnical Survey
2	Soil contamination	Pollution, salt works	Attack on external surface of pipeline & SCADA cable	M	M	Medium	Survey & design	Low	EIA in progress. Geotechnical survey will provide input.
3	Enrosion	Rain storms	Impact on supports & shallow burial section of pipeline & SCADA cable leading to exposure	L	L	Low	Design	Low	
4	Extreme wind	Wind load on above ground section of pipeline system	Breaking of parts on pipe-line system - eg actuator or similar exposed pipeline fittings	L	L	Low	Design	Low	Quantified winds near shore
5	Natural fires	Lightning, arson	Heat flux to above ground facilities	M	L	Low	Exclusion zones. Design of fire protection	Low	
6	Flooding	Rainstorm or rise of river level	Impact on supports and shallow burial section of pipeline & SCADA cable leading to exposure	L	L	Low	Design	Low	
7	Mudslide	Heavy rain / storms	Load impact on mainly above ground parts of pipeline system	M	L	Low	Survey & design	Low	Geotechnical Survey
8	Storm surge	High wind	Accidental loading on pipeline and SCADA cable from bridge collapse, buildings & other structures	M	L	Low	Survey & design	Low	
9	Shaking	Seismic activity leading to slope instability leading to slope failure/mud slide	Loads on mainly above ground facilities	M	L	Low	Survey & design	Low	
10	Shaking	Seismic load on pipeline	Induced dynamic stresses in pipeline & SCADA cable	M	L	Low	Design against seismic loading	Low	
11	Fault movement	Seismic activity due to crossong significant fault in south of island	Induced stresses in pipeline and SCADA cable	M	L	Low	Design against seismic loading	Low	Look up pre-FEED seismic asessment reports
12	Volcanic activity	Not considered credible on Sardinia				Low		Low	

» оборудования и техпроцессов;
» строительных материалов;
» методов строительства и эксплуатации;
с выполнением стоимостно-функционального анализа, как представлено на следующем рисунке.



B) Ukraine Gas Field and CPFs: HAZOP Studies

A programme of Hazard and Operability (HAZOP) studies for the revamp and modernisation of gas fields and Central Processing Facilities (CPF) in the Ukraine enabled actions to be identified and taken to systematically review, and where required upgrade, the system of process safeguards and operating procedures for these facilities.

Process units that were subject to HAZOP included wellheads and wellpad manifolding, product storage and truck loading facilities and tie-ins to existing export pipelines and central processing facilities. Some facilities were designed to be operated manually and other larger facilities via Distributed Control Systems (DCS).

HP/LP interfaces were identified and safeguarding options identified to permit the production of new, more productive wells through existing facilities. Tie-ins to existing facilities were analysed to ensure that facilities engineered to different codes and standards could be connected and integrated safely.

For field shutdown valves and plant pressure safety valves, outline Failure Modes and Effect Analyses (FMEAS) were carried out by the HAZOP Team in order to fully understand the performance of the device during an upset condition.

#	Опасность	Результат	Потенциальный эффект	Посл.	Вер.	Риск	Управление/ защита	Остаточ-ный риск	Рекомендуемые действия
4 Опасность вредного воздействия окружающей среды									
1	Оседание почвы	Осадка фундамента	На острове Сардиния не рассматривается	С	С	Средний	Конструкция	Низкий	Геотехнические изыскания
2	Загрязнение почвенного покрова	Загрязнение, солевые копи	Воздействие на внешнюю поверхность трубопровода и кабеля системы SCADA	С	С	Средний	Изыскания и конструкция	Низкий	Оценка воздействия на окружающую среду в процессе эксплуатации. Геотехнические изыскания предоставят необходимые исходные данные
3	Эрозия	Ливень	Воздействие на опоры и вымывание зарытых в грунт участков трубопровода и кабеля системы SCADA, приводящее к их появлению над поверхностью земли	Н	Н	Низкий	Конструкция	Низкий	
4	Сильный ветер	Ветровая нагрузка на участок системы трубопровода, находящийся над поверхностью земли	Повреждение участков системы трубопроводов, например, привода, либо открытых участков соединительной арматуры	Н	Н	Низкий	Конструкция	Низкий	Количественная оценка скорости ветра на побережье
5	Природные пожары	Молния, поджог	Поток тепла к надземным устройствам	С	Н	Низкий	Зоны исключения. Конструкция противопожарной безопасности	Низкий	
6	Наводнение	Ливень либо повышения уровня реки	Воздействие на опоры и вымывание зарытых в грунт участков трубопровода и кабеля системы SCADA, приводящее к их появлению над поверхностью земли	Н	Н	Низкий	Конструкция	Низкий	
7	Обвал, оползень	Ливень/ шторм	Значительная нагрузка, в основном, на наземные части системы трубопровода	С	Н	Низкий	Изыскание и конструкция	Низкий	Геотехническое изыскание
8	Штормовой нагон воды	Сильный ветер	Аварийная нагрузка на трубопровод и кабель системы SCADA из-за обвала моста, здания либо иной конструкции	С	Н	Низкий	Изыскание и конструкция	Низкий	
9	Землетрясение	Сейсмическая активность, приводящая к неустойчивости уклона, обрушению откоса, грязевому оползню	Нагрузка, в основном, на наземные части	С	Н	Низкий	Изыскание и конструкция	Низкий	
10	Землетрясение	Сейсмическая нагрузка на трубопровод	Динамическое напряжение в трубопроводе и кабеле системы SCADA	С	Н	Низкий	Конструкция против сейсмической нагрузки	Низкий	
11	Смещение разлома	Сейсмическая активность из-за значительного смещения разлома на юге острова	Напряжение в трубопроводе и кабеле системы SCADA	С	Н	Низкий	Конструкция против сейсмической нагрузки	Низкий	Ознакомление с отчетами по сейсмической оценке, сделанными на предварительном этапе начального проектирования
12	Вулканическая активность	На острове Сардиния не рассматривается				Низкий		Низкий	

Примеры исследований

A) Проект трубопровода GALSI (Галси). Исследование по выявлению аварийно-опасных участков

Приведенная выше таблица представляет собой выдержку из Реестра опасных ситуаций, созданного во время формулирования концепции на этапе HAZID для проекта GALSI. В таблице представлена подробная информация об опасностях вредного воздействия окружающей среды с указанием потенциального влияния на береговой участок магистрального газопровода.

Анализ HAZID, запланированный на этап детальной разработки проекта, обеспечит:

- обзор частоты появления этих явлений HAZID и необходимых действий по преодолению или предупреждению;
- обновление данных в Реестре опасных ситуаций, с

An overall system of nodes was designed to provide the ability to compare the findings of the HAZOP Study for a manually operated CPF with its automated counterpart. Cause and Effect Charts were compared and analysed and recommendations were made for subsequent studies aimed at determining the required Safety Integrity Level (SIL) of safety instrumented systems.

C) Sakhalin II: Risk Assessment of Deferred Hydrotesting

The pipelines' pre-commissioning plan for the Sakhalin Phase II development called for each pipeline section to be flooded with treated water, cleaned, gauged and hydrotested immediately after pipelay during the ice free period of the year. This required review, as disposal of this treated water was out to sea and licenses were not forthcoming.

A risk assessment was commissioned to analyse and identify risk reduction measures for an alternative pre-

целью включения в него результатов исследований по оценке рисков и геотехнических изысканий;
» определение стандартов эксплуатации для каждой опасной ситуации для важных элементов окружающей среды, а именно элементов управления или мер безопасности.

B) Украинское газовое месторождение и установки комплексной подготовки газа. Исследования опасностей и эксплуатационных возможностей (HAZOP)

Программа исследования опасностей и эксплуатационных возможностей (HAZOP) для действий по переоборудованию и модернизации газовых месторождений и установок комплексной подготовки газа (Central Processing Facilities – CPF) в Украине должна быть определена и должна систематически пересматриваться, и, по необходимости, обновляться в отношении системы мер обеспечения безопасности производственного процесса и эксплуатации этих устройств.

К технологическим установкам, в отношении которых проводятся исследования HAZOP, относятся устья скважин, устьевые коллекторы, резервуары для хранения продуктов и оборудование для загрузки автотранспорта, врезки в существующие экспортные трубопроводы и установки комплексной подготовки газа. Конструкция некоторых установок позволяет осуществлять управление вручную, для управления крупными установками используются распределенные системы управления (DCS).

Определяются ВД/НД интерфейсы и варианты устройств безопасности для обеспечения возможности эксплуатации новых, более продуктивных скважин через уже имеющееся оборудование. Анализируются подключения к существующему оборудованию для выяснения возможности подключения и безопасной интеграции устройств, сконструированных в соответствии с разными нормативными документами и стандартами.

Для аварийных клапанов месторождений и предохранительных клапанов установок Группа HAZOP определяет виды отказов и проводит анализ эффектов (Failure Modes and Effect Analyses – FMEAS) для определения работы устройств во внештатных условиях.

Была разработана завершенная система узлов для обеспечения возможности сравнения результатов исследований HAZOP для установок комплексной подготовки газа как управляемых вручную, так и автоматически (CPF).

Сравнивались и анализировались таблицы причинно-следственных связей, предоставлялись рекомендации

commissioning strategy where the pipeline sections installed in the ice free period would be left air filled during the ice season, awaiting completion the following summer. This air-filled period could last as long as 16 - 18 months.

A key corrosion risk reduction measure was to vacuum dry the pipelines after installation, leak test and then pack them with Nitrogen to 0.35 bar. The benefit of this risk reduction measure can be seen in the chart below in terms of how the residual risk is driven to the left.

D) Shah Deniz: Shipping Risk Assessment

A QRA was performed for the near shore sections of oil, gas and condensate pipelines in order to evaluate the hazards posed by shipping in Sangachal Bay:
» ship grounding;
» anchor dragging;
» ship sinking.

Justifiable expenditures for eliminating these hazards were calculated based upon the estimated annual damage frequencies and the lifetime damage costs due to these hazards.

Effective risk reduction measures for each hazard were identified and costed. Analysis showed that the risks associated with ship grounding determined the cost effective water depth to which pipeline trenching and backfill should be provided.

The original near shore approach specification stated that pipelines were to be trenched and backfilled to the 11m water depth. QRA showed that the water depth up to which this protection could be justified could be reduced to 8.4m. The near shore shelf has a very gradual slope in this area of the Caspian Sea; thus the QRA enabled some significant and justifiable cost savings to be made.

With this risk reduction measure in place, as well as the steps of:
» updating nautical charts;
» meeting with harbour masters and ships' masters regarding anchoring;

These being in place, residual risks to these hydrocarbon pipelines due to shipping hazards in Sangachal Bay were demonstrated to be as low as reasonably practicable (ALARP).

The justifiable spend to protect the pipelines from a sinking ship was shown to be significantly below the cost of implementing additional risk reduction measures.

E) Shtokman Development: Verification Scheme

A Verification Scheme was prepared for the Safety Critical Elements identified as being suitable and sufficient safeguards to prevent, detect, control, mitigate and enable

Серьезность Severity	Последствия Consequences				Повышенная вероятность Increasing Likelihood				
	Безопасность персонала Personnel Safety	Окружающая среда Environment	Инвестиции Investment	Репутация Reputation	A	B	C	D	E
					Никогда не было в отрасли Never heard of industry	Говорили о наличии в отрасли Heard of industry	Инциденты происходили в нашей компании Incident has occured in our company	Имели место несколько раз в одном месте Happens several times per year in a location	Имели место несколько раз в нашей компании Happens several times per year in our company
					IR < 10^{-4}	10^{-4} <IR < 10^{-3}	10^{-3} <IR < 10^{-2}	10^{-2} <IR < 10^{-1}	10^{-1} <IR < 10^{0}
0	Нет ущерба для здоровья / нет увечий No health effect/injury	Не оказывает эффекта No effect	Нет повреждений No damage	Не влияет No impact	A*				
1	Незначительный ущерб для здоровья / увечья Slight health effect/injury	Незначительный эффект Slight effect	Незначительные повреждения Slight damage	Незначительное влияние Slight impact					A
2	Минимальный ущерб для здоровья / увечья Minor health effect/injury	Минимальный эффект Minor effect	Минимальные повреждения Minor damage	Ограниченное влияние Limited impact	Допустимый риск Tolerable risk				
3	Большой ущерб для здоровья / увечья Major health effect/injury	Локализованный эффект Localised effect	Локализованные повреждения Localised damage	Влияние, заслуживающее внимания Considerable impact			Регион ALARP ALARP Region		
4	Постоянная нетрудоспо - собность или от 1 - 3 смертельных случаев Permanent disability or 1-3 facilities	Значительный эффект Major effect	Значительные повреждения Major damage	Влияние на национальном (государст - венном) уровне National impact				Недопустимый риск Risk not tolerable	
5	Множественные смертельные случаи Multiple fatalities	Массовый эффект Masive effect	Огромные повреждения Extensive damage	Международное влияние International impact					

для проведения последующих исследований, направленных на определение необходимого уровня безопасности (Safety Integrity Level – SIL) систем с измерительными приборами безопасности.

C) Сахалин II. Оценка риска отложенных гидроиспытаний

План мероприятий на стадии, предшествующей вводу в эксплуатацию трубопровода Сахалин, Фаза II, предусматривает, чтобы через каждый участок трубопровода была пропущена химически обработанная вода, затем он должен быть очищен, и на нем должны быть проведены измерения и последующие гидроиспытания, и все это должно быть осуществлено немедленно после укладки трубопровода в течение сезона отсутствия ледяного покрова. Данное условие потребовало пересмотра, т.к. сброс химически обработанной воды должен был осуществляться в море, а скорое получение лицензий на это не предполагалось.

recovery from potential major accident hazards identified during the FEED HAZID for the onshore and offshore sections of the Shtokman trunklines.

Each Safety Critical element has a performance standard associated with it, which provides engineering details regarding the following:

- its functionality;
- the survivability of the element during the major accident it is designed to safeguard against;
- an availability and reliability specification;
- interaction requirements with other safety critical systems.

For each Safety and Environmental Critical Element, the Verification Scheme details the independent assurance and examination activities required to assure and verify that the performance standard can be evaluated and attained during:

EAGE

EUROPEAN ASSOCIATION OF GEOSCIENTISTS & ENGINEERS

EAPG

SEG

Society of Exploration Geophysicists

The international society of applied geophysics

Saint Petersburg 2010

New Discoveries through Integration of Geosciences

Register now!

www.eage.org

4th Saint Petersburg International Conference & Exhibition

5-8 April 2010

International Business Center, Saint Petersburg, Russia

Оценка риска осуществлялась с целью анализа и определения мероприятий по снижению риска для альтернативной стратегии по мероприятиям, предшествующим вводу в эксплуатацию, в случае, если укладка участков трубопровода выполняется в отсутствии ледяного покрова и трубопровод остается заполненным воздухом до завершения работ, намеченных на следующее лето. Период, в течение которого трубопровод остается заполненным воздухом, может составлять 1,4 года.

Основной мерой для снижения риска коррозии является просушка трубопроводов под вакуумом, проверка их на отсутствие течей и заполнение их азотом под давлением до 0,35 бар. Преимущества этой меры безопасности представлены в таблице ниже, остаточный риск смещается влево.

D) Шах-Дениз. Оценка рисков при транспортировке морем

QRA выполняется в отношении участков нефтяных, газовых и газоконденсатных трубопроводов, расположенных рядом с берегом для оценки опасностей, возникающих при транспортировке в Сангачальском заливе:

» посадка судна на мель;
» волочение якоря по дну, непреднамеренно, под влиянием движения судна;
» в случае, когда затонуло судно.

Разумные расходы по предотвращению этих опасностей рассчитываются исходя из повторяемости повреждений в течение года, а также общих расходов в связи с этими опасностями на весь период эксплуатации.

Определены эффективные меры по снижению рисков для каждой опасности и рассчитаны соответствующие расходы. Анализ показывает, что риски, связанные с посадкой корабля на мель, определяют экономически обоснованную глубину траншеи для прокладки трубопровода и ее засыпки.

В первоначальной технической спецификации для прибрежной прокладки трубопровода указано, что трубопровод должен быть проложен и зарыт в траншею на глубине 11 метров. Результаты QRA показывают, что для обеспечения необходимых мер безопасности указанная глубина может быть уменьшена до 8,4 м. Прибрежный шельф имеет очень плавный уклон в этой части Каспийского моря, поэтому анализ QRA позволил сэкономить значительные денежные средства.

Выполнение этой меры безопасности, а также таких шагов, как:

» обновление навигационных карт;
» встречи с начальником порта (лоцманами) и
» Detail Design;
» Testing and commissioning;
» Operation;
» Decommissioning and plant retiral, if required.

The Verification Scheme also provides a means of controlling any subsequent addition to or modification of the safety critical system.

F) Republic of Korea: EPC Value Engineering Workshop

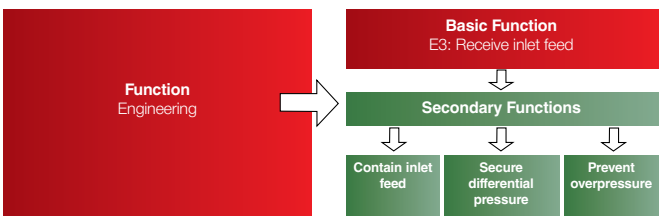
Details are confidential, however, Critical Success Factors for a major refinery revamp and modernisation project were agreed with the managing contractor to include:

» Meeting the start-up date;
» Meeting performance guarantees;
» No cost overruns;
» Synchronisation with upstream facilities;
» Secure construction manpower in adequate numbers;
» Construct and commission with no Lost Time Injuries;
» Obtain early approval from the Regulator of Environmental Impact Assessments.

An analysis of the Primary EPIC Functions led by the workshop facilitation team as shown in the figure below identified opportunities which were still achievable at the close of FEED to:

» reduce equipment costs through questioning the number of cross-overs in the process plant;
» increase float in the project schedule through streamlining the procurement process;
» optimising offsite fabrication and the use of PAUs.

Some other value improving practices could not be incorporated into this project due to time pressures, but remained available as best practices for incorporation in similar future projects.



Conclusions and Summing up

This article has discussed the potential of effective hazard management and value engineering programmes in the design process to make a positive impact to oil and gas field developments in the challenging natural, working and business environment of Russia.

A map of the Hazard Management Process is shown below, which shows the role and position of HAZID, HAZOP and QRA in the process. A key component of the ALARP Assessment is the verification that the safety critical elements are suitable and sufficient and will remain as such through the project lifecycle.

17th Caspian International Oil & Gas Exhibition & Conference

Incorporating Refining & Petrochemicals

1 - 4 June

2010

Baku, Azerbaijan

1st Baku Regional Petroleum Technology Conference

1 June

2010

Baku, Azerbaijan

CASPIAN OIL & GAS

ufi Approved Event

OILTECH BAKU

Supported by

Ministry of Industry and Energy of the Republic of Azerbaijan

State Oil Company of the Republic of Azerbaijan

ITE

Tel.: +44 0 207 596 5000; Fax: +44 0 207 596 5111
oilgas@ite-exhibitions.com

Chamber of Commerce and Industry of the Republic of Azerbaijan

Iteca Caspian

Tel.: +994 12 447 47 74; Fax: +994 12 447 85 58
oilgas@iteca.az

www.caspianoil-gas.com
www.oiltech-baku.com

капитанами судов относительно постановки на якорь;

позволяют продемонстрировать, что остаточные риски для таких углеводородных трубопроводов, связанные с факторами транспортировки в Сангачальском заливе, становятся настолько низкими, насколько это практически осуществимо (ALARP).

Исследования также показали, что разумные расходы для защиты трубопроводов от затонувших кораблей, намного ниже, чем расходы по применению дополнительных мер по снижению степени риска.

E) Разработка Штокмановского месторождения. Схема проверки

Схема проверки была подготовлена для основных элементов обеспечения безопасности, которые определены как достаточные меры безопасности для предотвращения, выявления, управления, смягчения и осуществления восстановления после возможных крупных аварий, определенных при проведении FEED HAZOP для береговых и морских участков магистрального трубопровода Штокман.

Для каждого основного элемента обеспечения безопасности существует Стандарт технических характеристик, в котором приведены проектные данные в отношении:
- его функциональности;
- выживаемости элемента во время крупной аварии, для защиты от которой он предназначен;
- характеристик доступности и надежности;
- требований по взаимодействию с другими основными системами обеспечения безопасности.

Схема проверки для основных элементов безопасности и окружающей среды определяет детали независимых мер обеспечения безопасности и проверки, необходимых для обеспечения и проверки оценки и выполнения стандарта эксплуатации во время:
- детального проекта;
- испытаний и ввода в эксплуатацию;
- эксплуатации; и
- вывода из эксплуатации и, если необходимо, демонтажа установки.

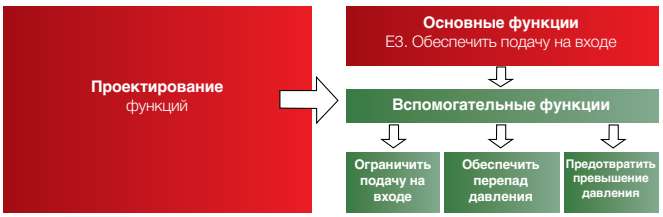
Кроме того, схема проверки предоставляет средства для управления любыми дальнейшими дополнениями или модификациями важных систем обеспечения безопасности.

F) Республика Корея. Стоимостно-функциональный анализ разработки, поставки и строительства (EPC)

Подробная информация является конфиденциальной, однако, с исполнительным подрядчиком были согласованы основные факторы успеха по реконструкции нефтеперерабатывающего завода и проекта модернизации, в том числе:
- соблюдение сроков ввода в эксплуатацию;
- гарантия соблюдения технических характеристик;
- отсутствие перерасхода средств;
- синхронизация с расположенными до завода установками;
- обеспечение наличия достаточного количества строителей;
- строительство и ввод в эксплуатацию при отсутствии травм с временной потерей трудоспособности;
- получение на ранней стадии оценок экологических последствий от сотрудника регулятивного органа.

Анализ основных EPIC-функций, выполняемых группой исследований, как указано на рисунке ниже, определяет возможности достижения значений, близких к определенным FEED для:
- снижения стоимости оборудования благодаря постановке под сомнение необходимости использования такого большого количества перепусков в технологической установке;
- увеличения резервов времени в графике проекта путем оптимизации системы обеспечения;
- оптимизации изготовления и использования предварительно собранных на заводе узлов.

Некоторые меры повышения экономической эффективности не могли быть включены в этот проект в связи с ограниченным временем, но остаются доступными для применения в качестве передового опыта для аналогичных проектов в будущем.



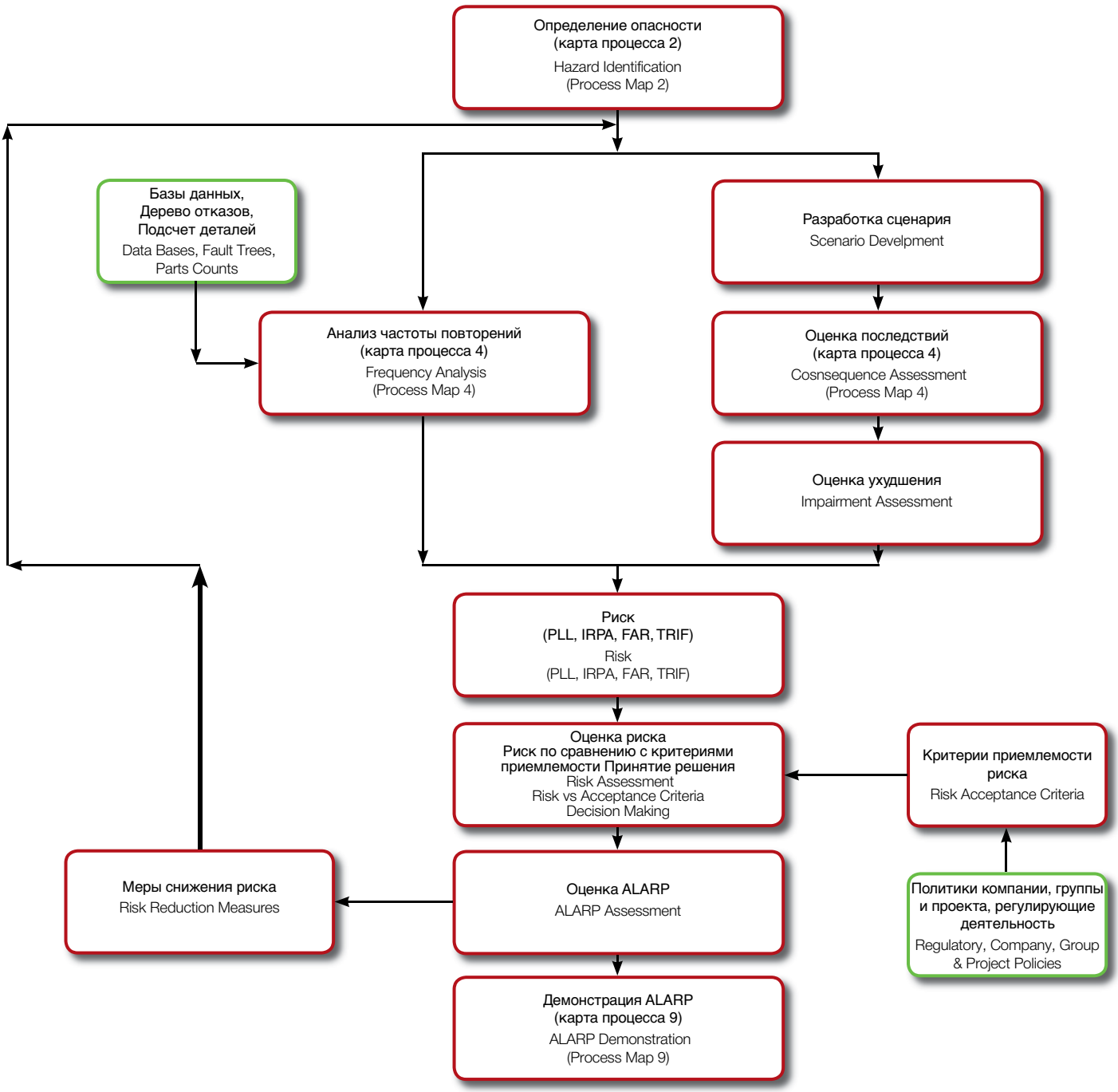
Заключения и выводы

В данной статье обсуждались программы по эффективному управлению предотвращением опасных ситуаций и стоимостно-функциональным исследованиям во время процесса проектирования для обеспечения положительного эффекта на газовых и нефтяных месторождениях в изменяющихся условиях окружающей природной среды, рабочей среды и бизнес-среды в России.

На карте процесса управления опасными ситуациями указаны роль и место в процессе мероприятий HAZID, HAZOP и QRA. Основным элементом оценки ALARP является проверка того, какие из основных элементов обеспечения безопасности подходят, являются достаточными и остаются таковыми на протяжении всего срока выполнения проекта.

Процесс контроля опасных факторов (Карта процесса 1)

Hazard Management Process (Process Map 1)



Любые действия и процедуры, которые признаны пригодными для использования в проекте по результатам проведенного стоимостно-функционального анализа, должны проходить процедуры HAZID и HAZOP.

Тематические примеры были использованы для показа возможностей, предоставляемых этими исследованиями и анализом, в частности, в случае, если необходимо учитывать знания о регионе и опыт реализации аналогичных проектов.

Any practices and processes adopted by the project from a Value Engineering workshop are then subjected to HAZID and HAZOP.

Topical examples have been used to highlight the possibilities that these studies and workshop can have, particularly when regional knowledge and project experience are considered.