



Второй международный молодежный образовательный форум
«Арктика. Сделано в России»



Вопросы обеспечения безопасности подводной добычи нефти и газа в Арктике

А.Д. Дзюбло (РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина)

Россия, Тверская область
2016



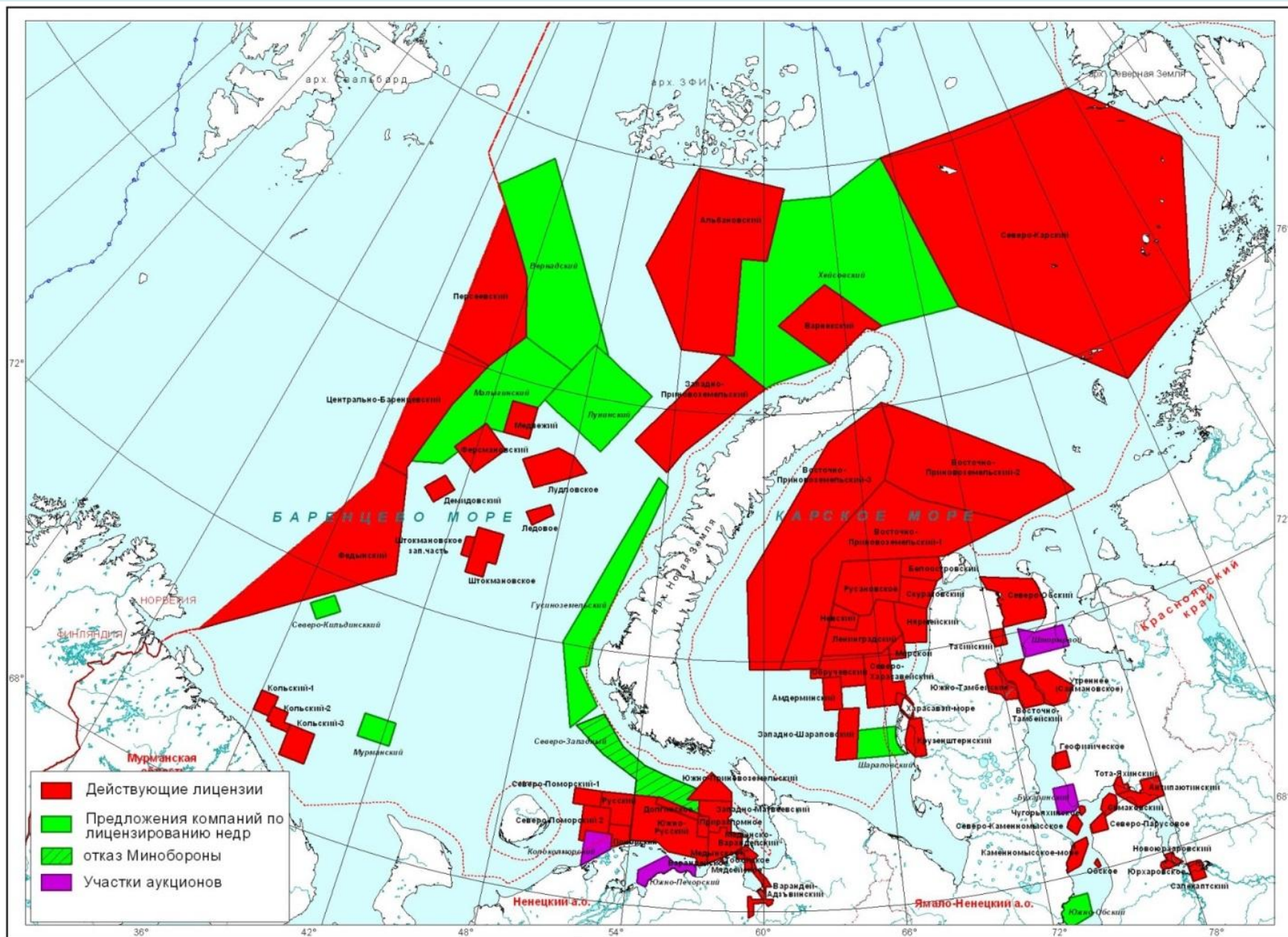
Карта Арктики (примерно соответствует региону, очерченному красной линией + залив Кука и шельф Сахалина) с отмеченными:

- зеленым – акваториями, где разведочное бурение пока не выявило промышленных запасов;
- синим – акваториями, где открыты морские месторождения;
- коричневым - перспективными акваториями, где разведочное бурение пока не проводилось или его результаты неизвестны;
- красным – акватории, где ведется или должна начаться добыча.

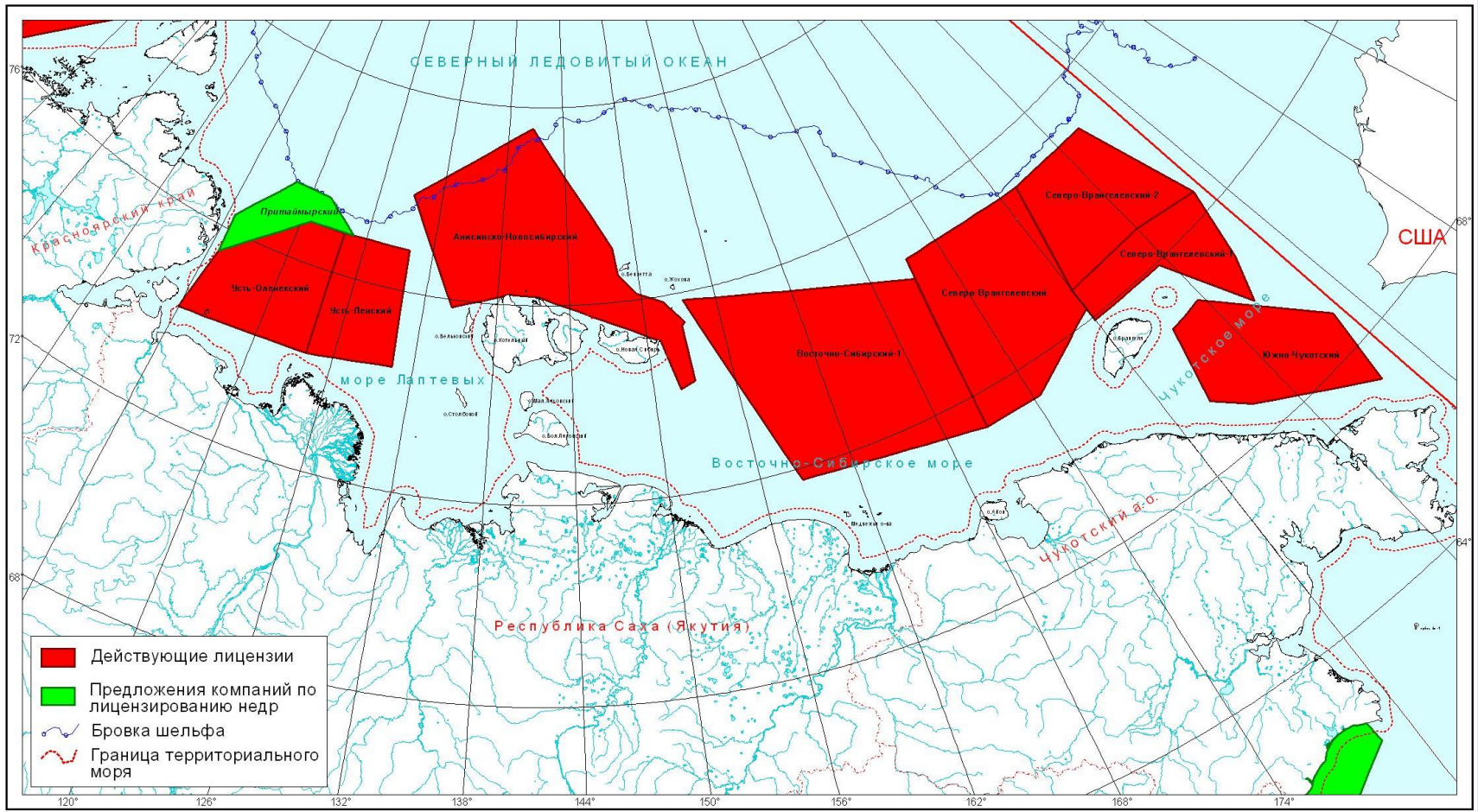
Структура начальных суммарных извлекаемых ресурсов углеводородов Арктической зоны РФ

	Нефть		Растворенный газ		Свободный газ		Конденсат		ВСЕГО УВ	
	млн т	%	млрд м ³	%	млрд м ³	%	млн т	%	млн т у.т.	%
Арктика а РФ всего	33046,4	100,0	3869,5	100,0	208633,0	100,0	12342,7	100,0	257891,6	100,0
Суша	20029,6	60,6	2606,8	67,4	113514,5	54,4	7838,5	63,5	143989,4	55,8
Шельф	13016,8	39,4	1262,7	32,6	95118,5	45,6	4504,2	36,5	113902,2	44,2

По состоянию на 01.01.2015 г. в российской зоне шельфа Арктики открыто 20 морских и 13 транзитных месторождений нефти и газа (Варламов А.И.).



Баренцево-Карский регион. Современное лицензионное состояние



Современное лицензионное состояние восточных морей Арктики

Особенности распространения углеводородного сырья в арктической зоне России и факторы риска

1. Нефтегазовый потенциал Арктических морей России наиболее полно изучен в Баренцево-Карском регионе, где открыты крупные и уникальные месторождения газа и газоконденсата.
2. По природно-климатическим условиям субарктический регион Охотского моря следует отнести по сложности освоения углеводородов к Арктике.
3. Наиболее доступны с учетом технико-экономических показателей освоения газовые ресурсы шельфа Охотского и Карского морей, включая месторождения Обской и Тазовской губ, нефтяные – в Печорском море и на шельфе острова Сахалин.
4. Факторы риска, сопутствующие работам в Арктических морях, включают в себя:
 - Природно-климатические условия;
 - Сложные ледовые условия;
 - Пропахивание морского дна льдом;
 - Скопление приповерхностного газа;
 - Миграция донных форм;
 - Сейсмическая активность и новейшая тектоника.

Хронология развития технологий подводной добычи углеводородов

Цели использования:

- обеспечение добычи на морских месторождениях, где добыча УВ другими методами невозможна;
- снижение затрат на добычу УВ на морских месторождениях, где возможно добыча другими способами
- повышение безопасности добычи на морских месторождениях

Хронология развития технологий подводной добычи углеводородов:

1970-1980-е годы -

- добыча на мелководье (до 50 м);

1990-е годы -

- добыча на глубинах до 150-200 м;
- автоматические системы с дистанционным обслуживанием

2000-е годы -

- добыча на глубоководных месторождениях (более 900 м),
- развитые технические средства обеспечения работы ПДК;
- подводное компримирование;
- подводное нагнетание;
- подводная сепарация;
- подводная подготовка (частичная) продукции.

Современное состояние технологий подводной добычи УВ

В мире:

- накоплен значительный положительный опыт создания, эксплуатации, обслуживания ПДК различной сложности, сегодня в мире находятся в эксплуатации более 4600 систем подводной добычи;
- сформировалась отрасль промышленности по производству ПДК, технологического оборудования и технических средств для строительства, монтажа и обслуживания ПДК;
- происходит постоянное совершенствование и расширение номенклатуры технических средств ;
- наблюдается жесткая конкуренция на рынке производителей оборудования ПДК, сформирован пул компаний-производителей;
- сформировалась сеть сервисных компаний по строительству и обслуживанию ПДК;
- хорошо развита нормативная база по стандартизации (на изделия, технологию строительства и обслуживания). Существует большое количество сложным образом увязанных между собой документов, однако, опираясь только на них, организовать процесс проектирования, строительства и эксплуатации ПДК невозможно.

В России:

- единственный опыт применения , эксплуатации и обслуживания ПДК есть на Киринском месторождении;
- научно-технические разработки, направленные на развитие технических средств для создания ПДК, не проводятся;
- производство оборудования для ПДК (включая копирование зарубежных технических средств) отсутствует;
- создается нормативная база, которая осуществляется идет путем перевода ограниченного количества зарубежных стандартов, без рассмотрения совокупности других обеспечивающих их документов.

Мировой опыт использования подводного добычного комплекса

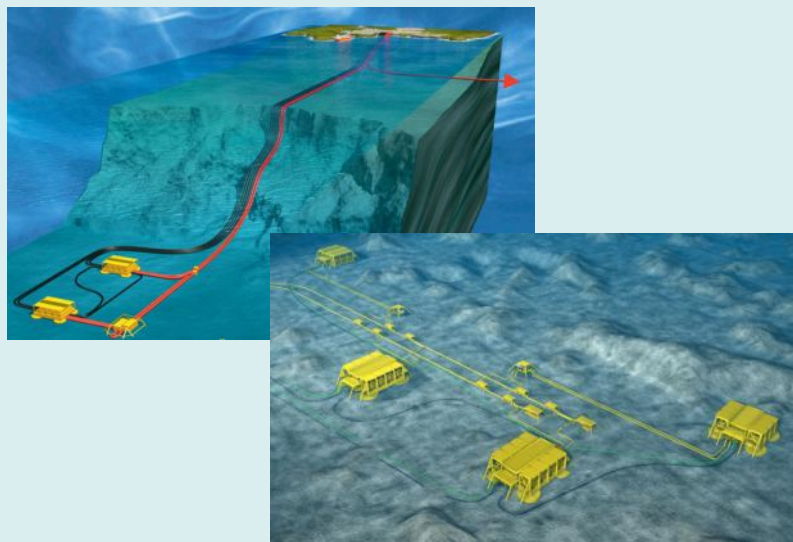
Месторождение Ормен Ланге (Норвегия)

Краткая характеристика:

- Глубина моря – 850 м - 1100 м
- Расстояние от берега – 120 км
- Проектное число скважин – 24

Введено в эксплуатацию в 2007 году

Оператор – SHELL



Месторождение Снёвит (Норвегия)

Краткая характеристика:

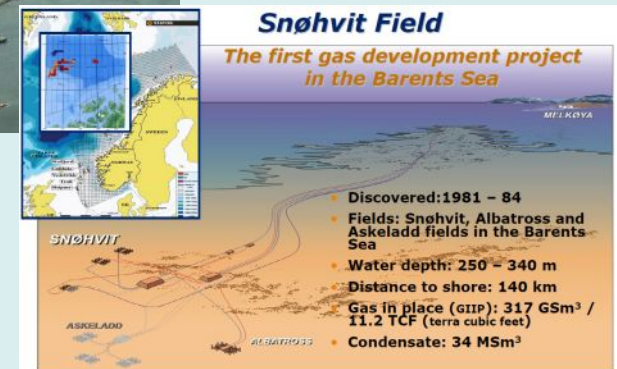
- Глубина моря 250-340 м
- Расстояние от берега – 140 км

Введено в эксплуатацию в 2008 году

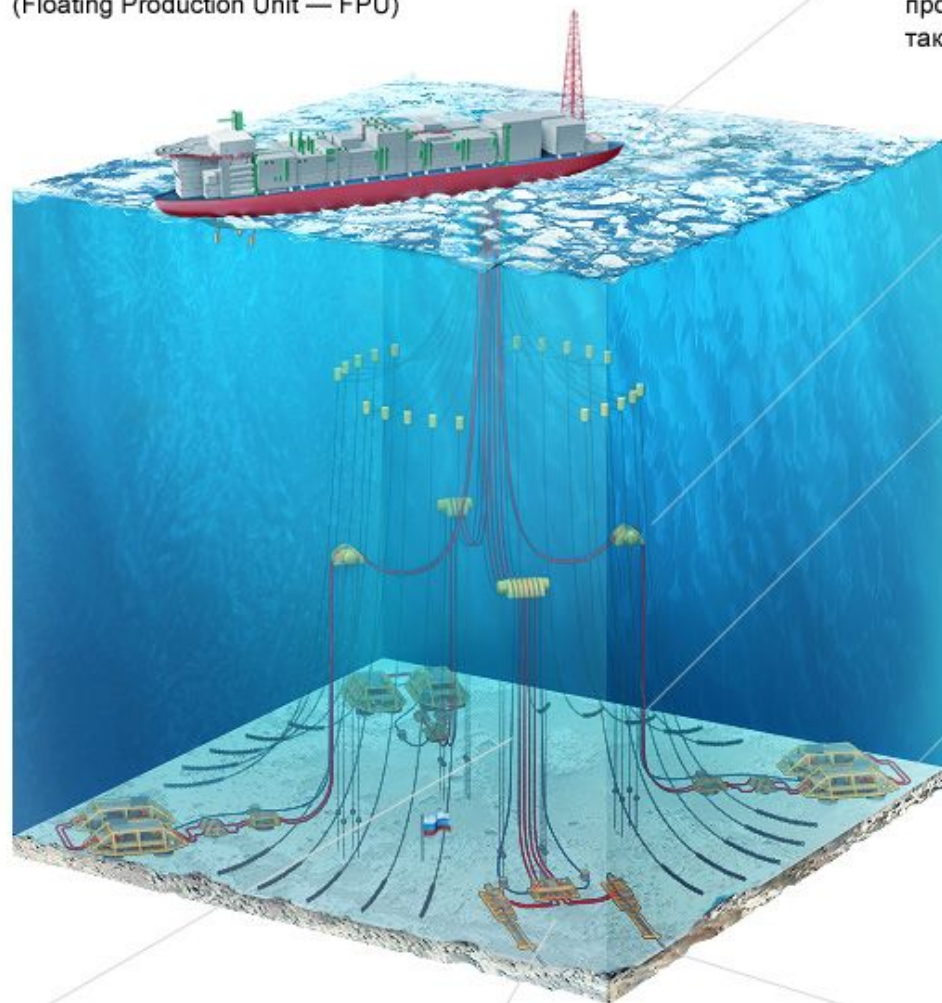
Оператор - Статойл (Statoil)



Melkøya Oct.2007



Газ будет добываться по уникальной технологии, с самоходного технологического судна (Floating Production Unit — FPU)



4 На борту плавучей добычной установки корабельного типа производится переработка газа, а также разделение газа и конденсата.

3 Среднеглубинная арка поддерживает райзеры перед подачей на судно

2 По гибким добычным райзерам (это такие вертикальные трубы) добытый газ направляется от донной плиты на плавучую установку.

1 Газ добывается через спаренные донные плиты. У каждой из которых имеется по четыре буровых окна.

5 От судна переработанный газ по гибким райзерам отправляется на экспорт

6 Специальное устройство подключает райзеры к магистральному трубопроводу

7 Два магистральных трубопровода транспортируют газ на береговые объекты.

Строительство и обустройство эксплуатационных скважин Киринского ГКМ

ППБУ «ПОЛЯРНАЯ ЗВЕЗДА»



ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ
СКВАЖИНА



Подводная фонтанная
арматура

Подводный добычный комплекс Киринского ГКМ

Временный
коффердам

Глубина воды до 95м
Навигация: июнь-октябрь

Линейные объекты от берега до ГКМ

- Газосборный коллектор $\varnothing 508 \times 22.2\text{мм}$ L=28,7км
- Трубопровод МЭГ $\varnothing 114,3 \times 7.9\text{мм}$ L=29.3км
- Основной шлангокабель $\varnothing 120\text{мм}$ L=29.6км
- ПЛЕТ 20" (508мм)

Система сбора газа (ПДК)

- Манифольд
- Внутрипромысловые трубопроводы L=13,2км $\varnothing 273,1 \times 15.9\text{мм}$ + 4 ПЛЕТа + 2 Тройника
- Внутрипромысловые шлангокабели L=16,2км
- Навесные перемычки шлангокабелей
- Компенсаторы

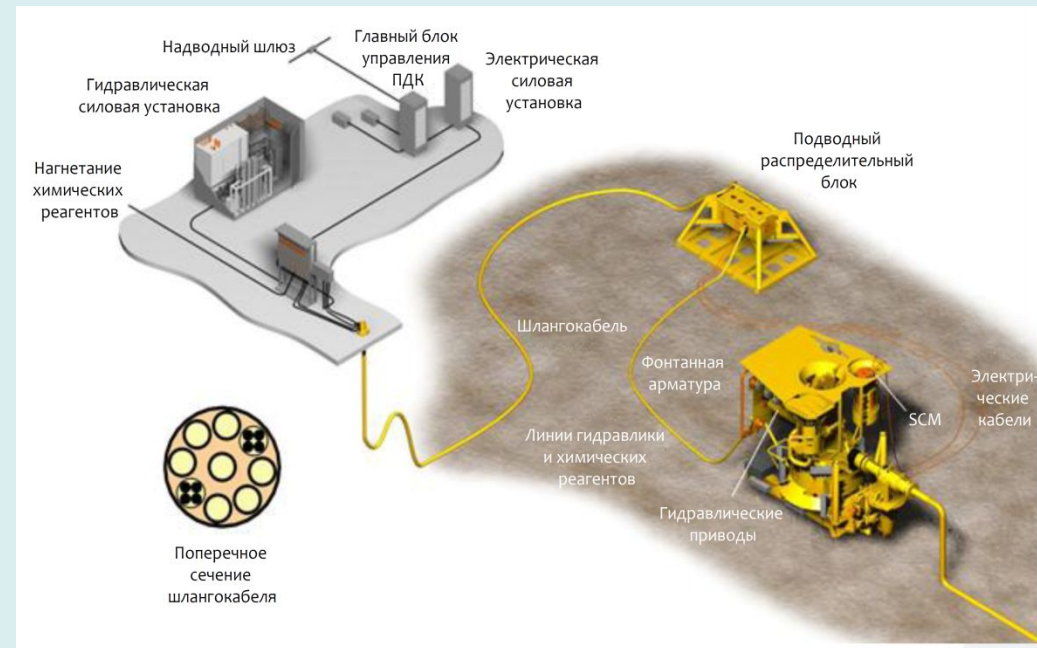
Арктические условия – подводные проблемы

- Чувствительная окружающая среда
- Большие расстояния, слаборазвитая инфраструктура
- Экстремально низкие температуры воздуха
- Короткие сезоны для надводных операций
- Сезонная темнота
- Лед – в различных формах
- Тектоническая активность



Чувствительная окружающая среда □ никаких сбросов

- Замкнутая электрогидравлическая система управления
- Безвредные («зеленые») контрольные флюиды
- В критических ситуациях, остановки систем в скважинах с помощью клапанов, «самозакрывающихся при отсутствии гидравлического давления»

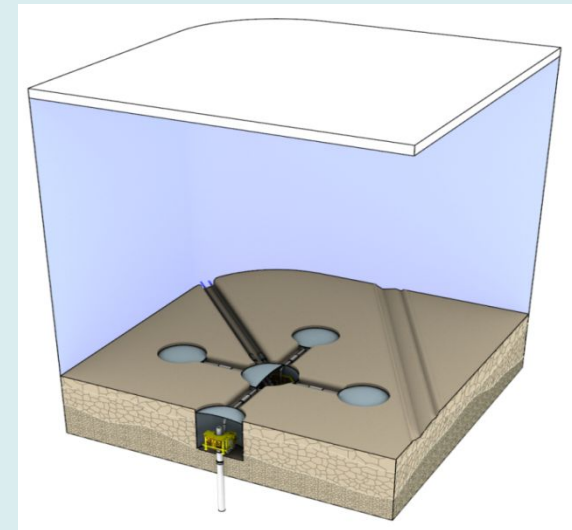
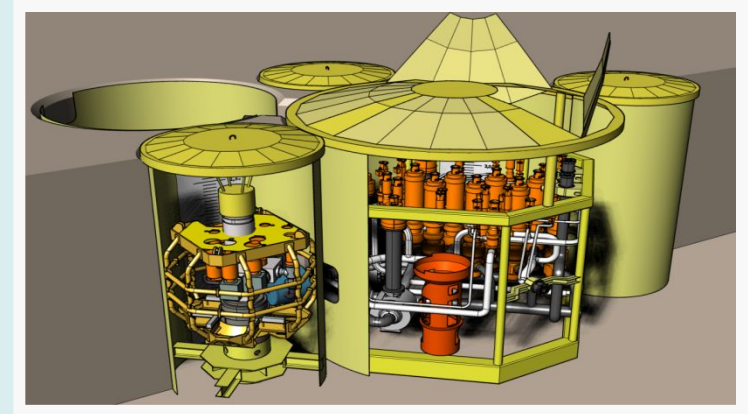


Общая схема системы управления ПДК

Лед и мелководье – оборудование, заглубленное в грунт дна моря

Припайный лед на мелководье или айсберги могут оказывать физическое ударное воздействие на подводные объекты. Специалисты предлагают заглублять оборудование в грунт:

- Пример в правом верхнем углу очень компактный – манифольд + 4 скважины
- Пример с правом нижнем углу более широкий – компоновка кустом



Специфика ПДК как опасного производственного объекта

- **Высокая степень автоматизации**
 - отсутствие людей в непосредственной близости от работающего оборудования;
 - высокие требования к надежности работы оборудования.
- **Обслуживание и ремонт при помощи спускаемого с судов оборудования**
 - связаны с риском для людей;
 - имеют ограничения на проведение по природно-климатическим условиям;
 - падение предметов с судов, якорей и якорных цепей могут нанести повреждения другим подводным объектам.
- **Высокие производственные и экологические риски**
 - Сложность, длительность и опасность для судов при ликвидации аварий с фонтанированием скважины;
 - последствия выбросов УВ при фонтанировании скважины существенно превосходят объемы разливов при разрывах подводных трубопроводов и авариях танкеров;
 - сложность обнаружения малых утечек УВ
- **Влияние состава утечки на экологические последствия**
 - объемы разливов, области распространения и время существования углеводородного загрязнения, применимость технологий их сбора существенным образом зависят от физико-химических свойств вытекших УВ (нефть/конденсат) и сезона разлива

Отмеченное обуславливает необходимость обеспечения безопасности на всех этапах жизненного цикла ПДК (проектирование → производство оборудования → строительство → эксплуатация)

Основные решения по обеспечению безопасности (снижению рисков) для ПДК

А. Отсутствие людей вблизи работающего оборудования:

- автоматизация оперативного управления работой ПДК,
- полное исключение водолазных работ для управления, обслуживания и ремонта (робототехнические комплексы).

Б. Обеспечение безопасности при проведении работ с судов:

- использование специального оборудования, позволяющего проводить работы в морских условиях безопасным образом;
- применение технологий проведения работ, обеспечивающих возможность прерывания этих работ в произвольный момент;
- создание локальных внешних защитных конструкций над наиболее уязвимыми элементами ПДК и в местах предполагаемого проведения активных работ.

Основные решения по обеспечению безопасности (снижению рисков) для ПДК

В. Требования к системе барьеров безопасности :

- **обеспечить надежность и живучесть** барьеров безопасности в экстремальных условиях,
- **контроль работоспособности** каждого барьера безопасности и возможность проведения его ремонта (либо гарантия его надежности на весь период эксплуатации),
- **оптимальное дублирование** барьеров в системе (отказ одного активного барьера в системе не может привести к аварии);
- архитектура системы должна **минимизировать возможность каскадного распространения аварии** как в пределах ПДК, так и с ПДК на сопряженные с ним морские платформы и наоборот.

Г. Организационные решения

- Применять комплексные системы управления безопасностью (в соответствии с требованиями API RP 75)

Основные решения по обеспечению безопасности (снижению рисков) для ПДК

Д. Применять особые требования к скважине и устьевому оборудованию, ужесточенные после аварии в Мексиканском заливе

- при бурении, строительстве скважин,
- при добыче и проведении внутрискважинных работ, ремонте.

Е. Обращать особое внимание снижению экологических рисков

- регулярное проведение неразрушающего контроля (внутритрубная диагностика и др.),
- обеспечить контроль возникновения незначительных утечек (постоянного - в местах множественных соединений, периодический – на всем оборудовании и трубопроводах с помощью наблюдения с ROV);
- использовать технологии и технические решения, обеспечивающие возможность быстрой ликвидации малых утечек без остановки добычи;
- ввести критерий «допустимого» экологического риска при эксплуатации ПДК.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

