



# ПОДВОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ДОБЫЧИ И ТРАНСПОРТА УГЛЕВОДОРОДОВ В УСЛОВИЯХ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА

Ст. гр. РЭНГМ-3-14  
Савельев Дмитрий

## Предыстория

Подводные технологии добычи углеводородов начали развиваться с середины 70-х годов прошлого века.

Первый подводный перекачивающий комплекс был создан компанией General Electric мощностью 850 кВт, он был испытан в 1992 году в заводских условиях.

Изначально задачей подводного оборудования было лишь выкачивание газа или нефти.

# Актуальность подводных технологий

- Подводные технические средства являются более эффективными в сложных климатических условиях Арктики по сравнению с другими типами оборудования, особенно на глубинах свыше 300 м.
- Подводное добычное оборудование дает возможность добывать газ или нефть подо льдом, исключая влияние таких природных явлений, как обледенение, перепад температуры и айсберги.
- Подводные перекачивающие комплексы позволяют не только увеличить коэффициент извлечения углеводородов, но и вовлечь в разработку ранее недоступные месторождения или, как минимум, повысить рентабельность их освоения.

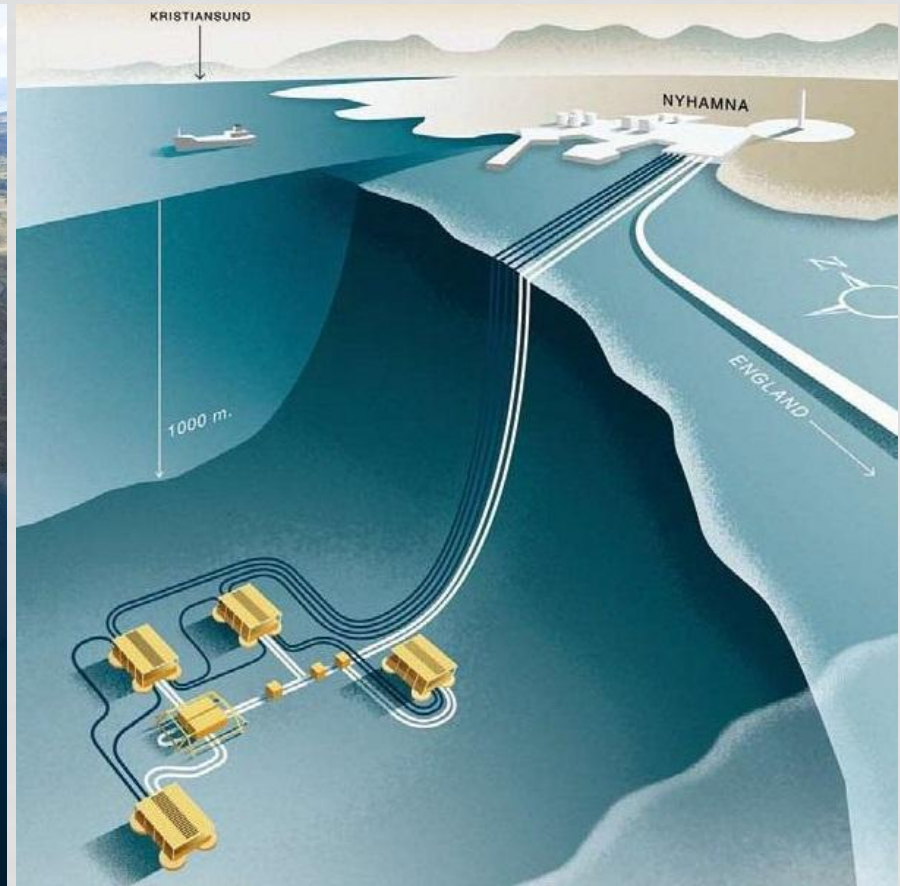
# Норвегия – мировой лидер в области применения подводных технологий добычи и транспорта углеводородов

Месторождения Норвегии

- Нефтяные
- Газовые
- Нефтегазовые
- Газоконденсатные



# Месторождение Ormen Lange



Открыто в 1997 году. Эксплуатируется с 2007 года.

Запасы: 300 млрд. кубометров газа и 20 млн. кубометров газоконденсата.

Глубина моря: 800 – 1100 м.

Глубина залегания газа: 2,5 – 3 км.



**Xspider** - подводный экскаватор.

Длина: 6 метров.

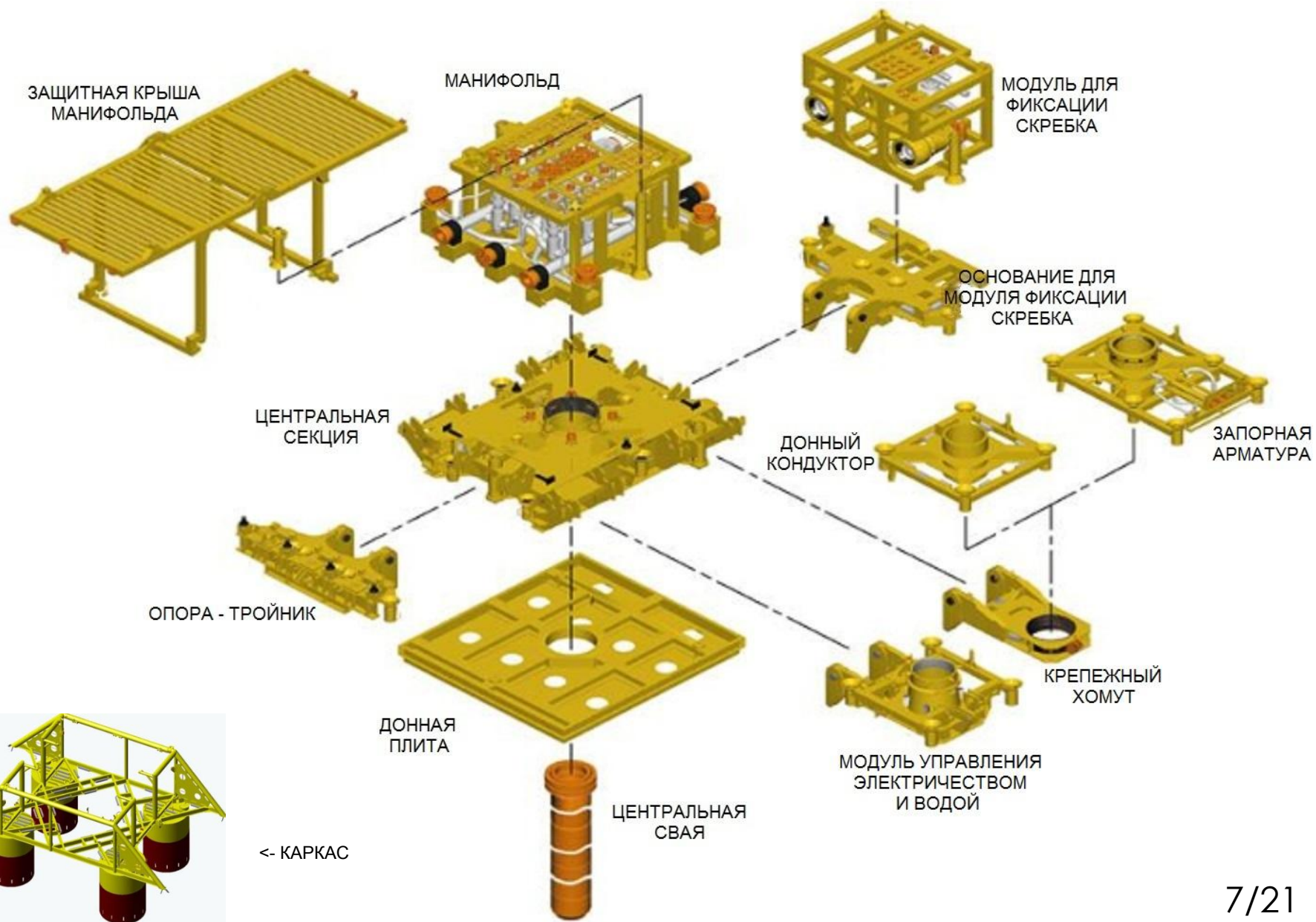
Грузоподъемность: до 3 тонн.

Особенности: дистанционное управление.

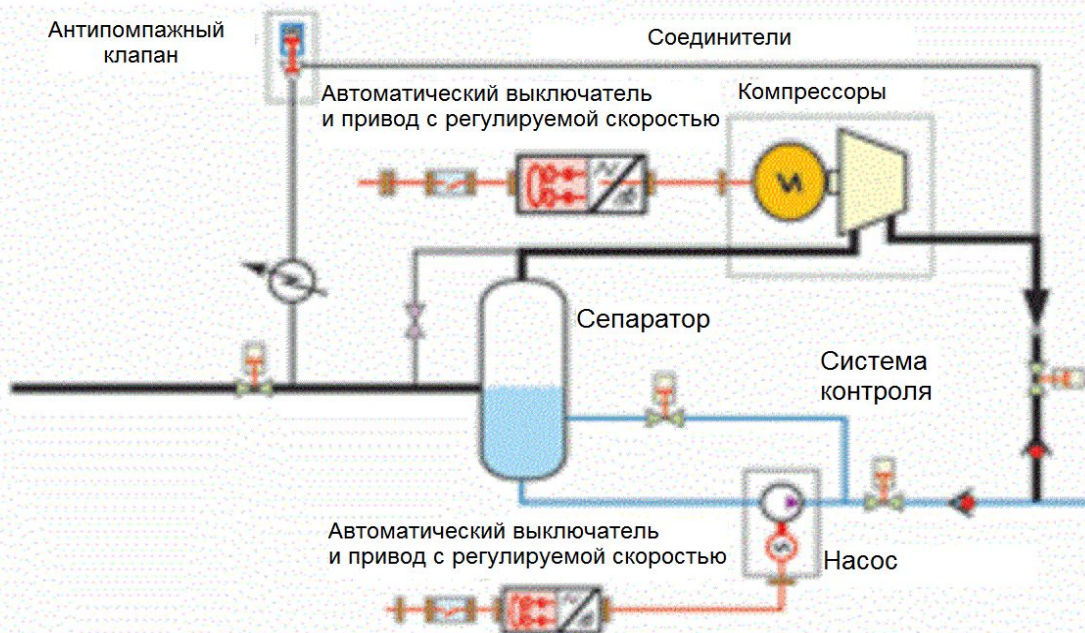


После окончания бурения на донную плиту был помещен подводный добычный комплекс (ПДК). Он включает в себя манифольд (на фото слева), устьевое оборудование скважины, тройник, оконечное устройство, шлангокабель и другие необходимые элементы.

# Устройство ПДК



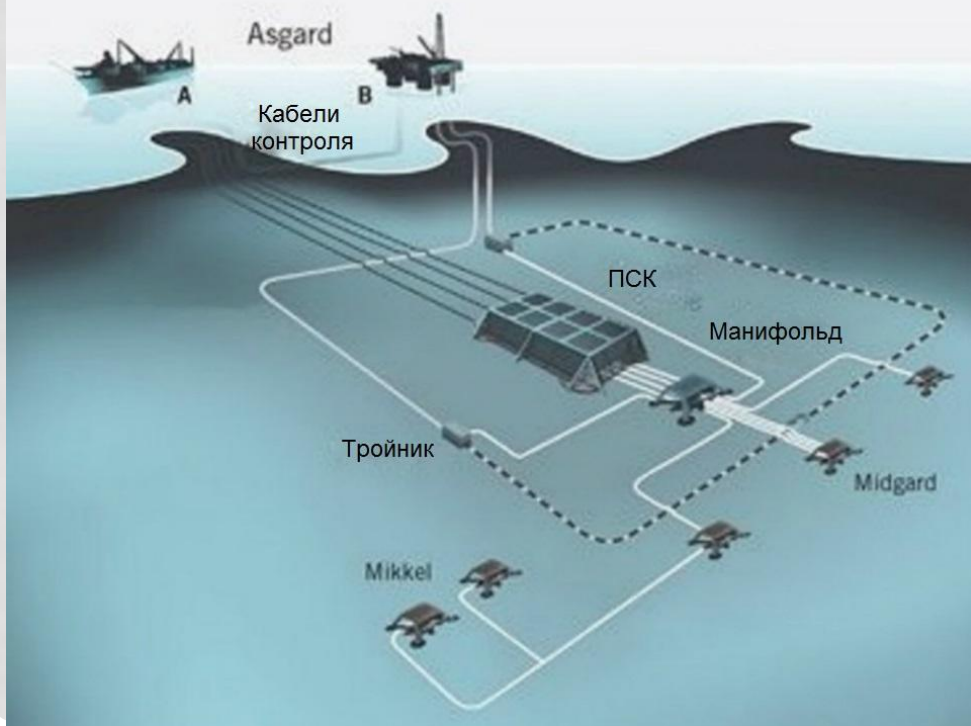
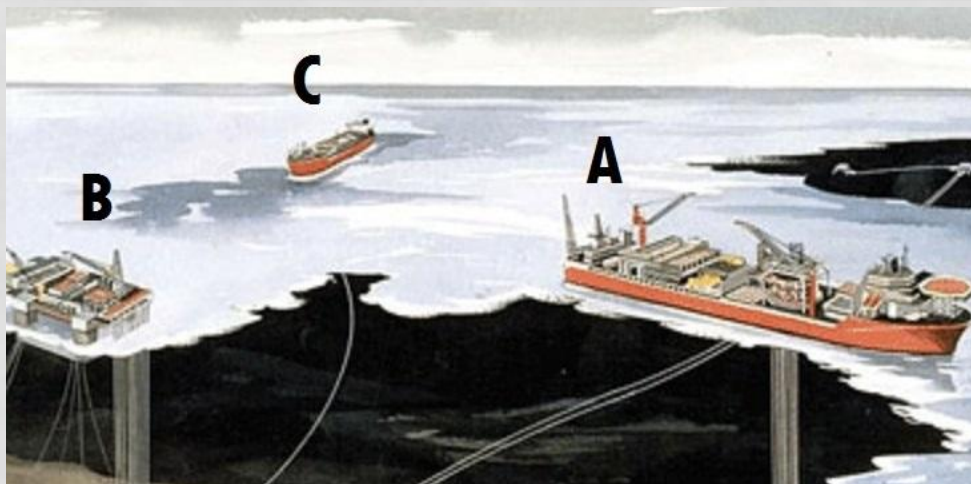
## Подводная компрессорная станция для месторождения Ormen Lange



В течение двух лет в бассейне глубиной 14 м проводились испытания *ПОДВОДНОЙ компрессорной станции* мощностью 12,5 МВт и производительностью 15 млн. кубометров в сутки. **6 августа 2016 года** компания Norske Shell сообщила об успешном завершении тестирования.



# Месторождение Asgard



Открыто в 1981 году.

Эксплуатируется с 1999 года.

Запасы: 250 млн. тонн нефти и

50 млрд. кубометров газа.

Глубина моря: 240 – 300 м.

Плотность нефти:  $792 \text{ кг/м}^3$ .

Недропользователь: Statoil



Нефтедобывающее судно  
«Asgard A»



Газодобывающая платформа  
«Asgard B»



Резервуар для хранения  
конденсата «Asgard C»



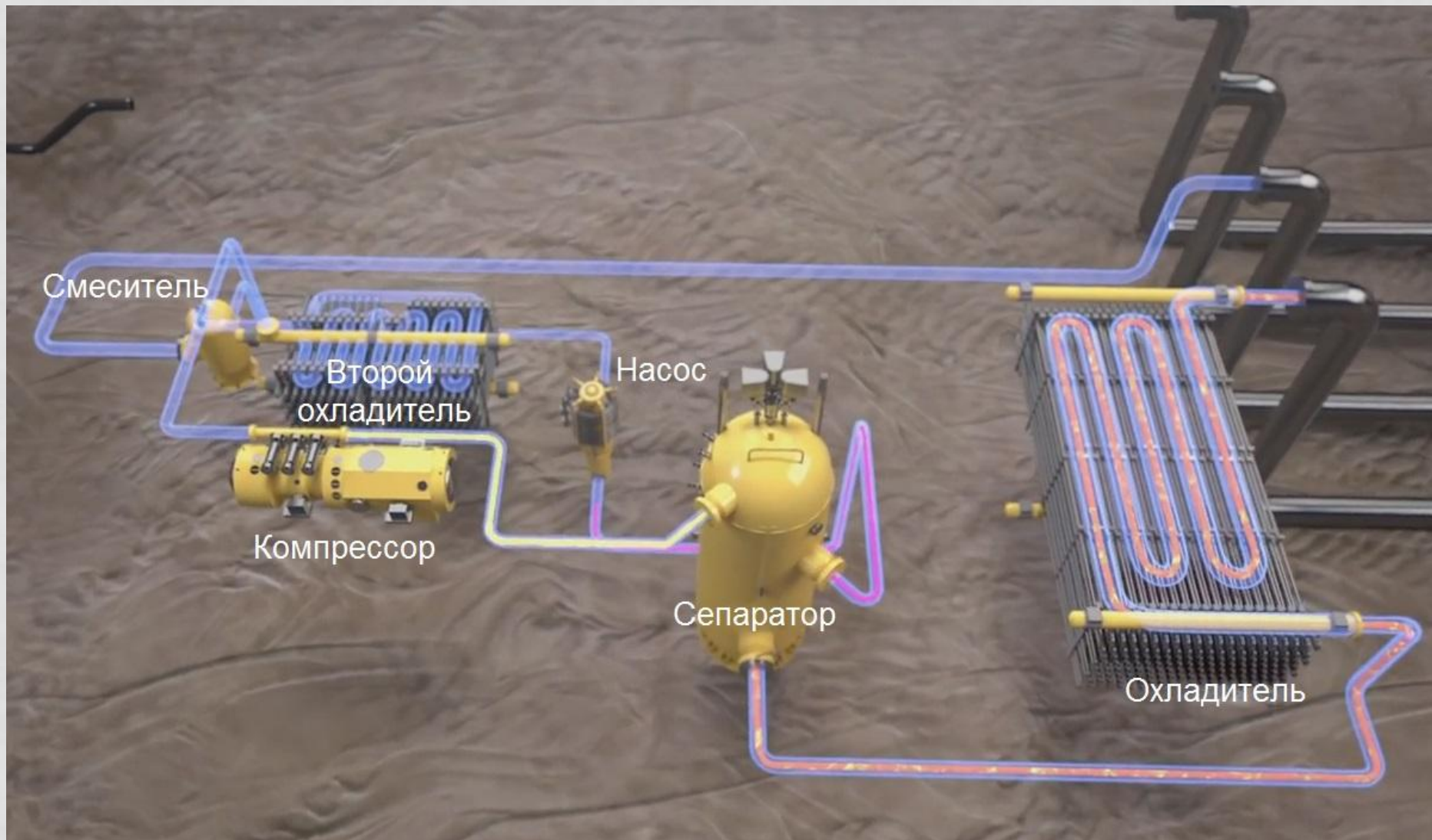
**9 июня 2015 года** – начало спуска, установки и настройки ПКС. Установлено 22 модуля, смонтированных в 2 компрессорные линии. Новые извлекаемые запасы: 306 млн. баррелей нефтяного эквивалента.

Размер: 75 м x 45 м x 20 м.

Вес: 4800 т.

Потенциал повышения давления: 60 бар.

# Asgard Subsea Gas Compression



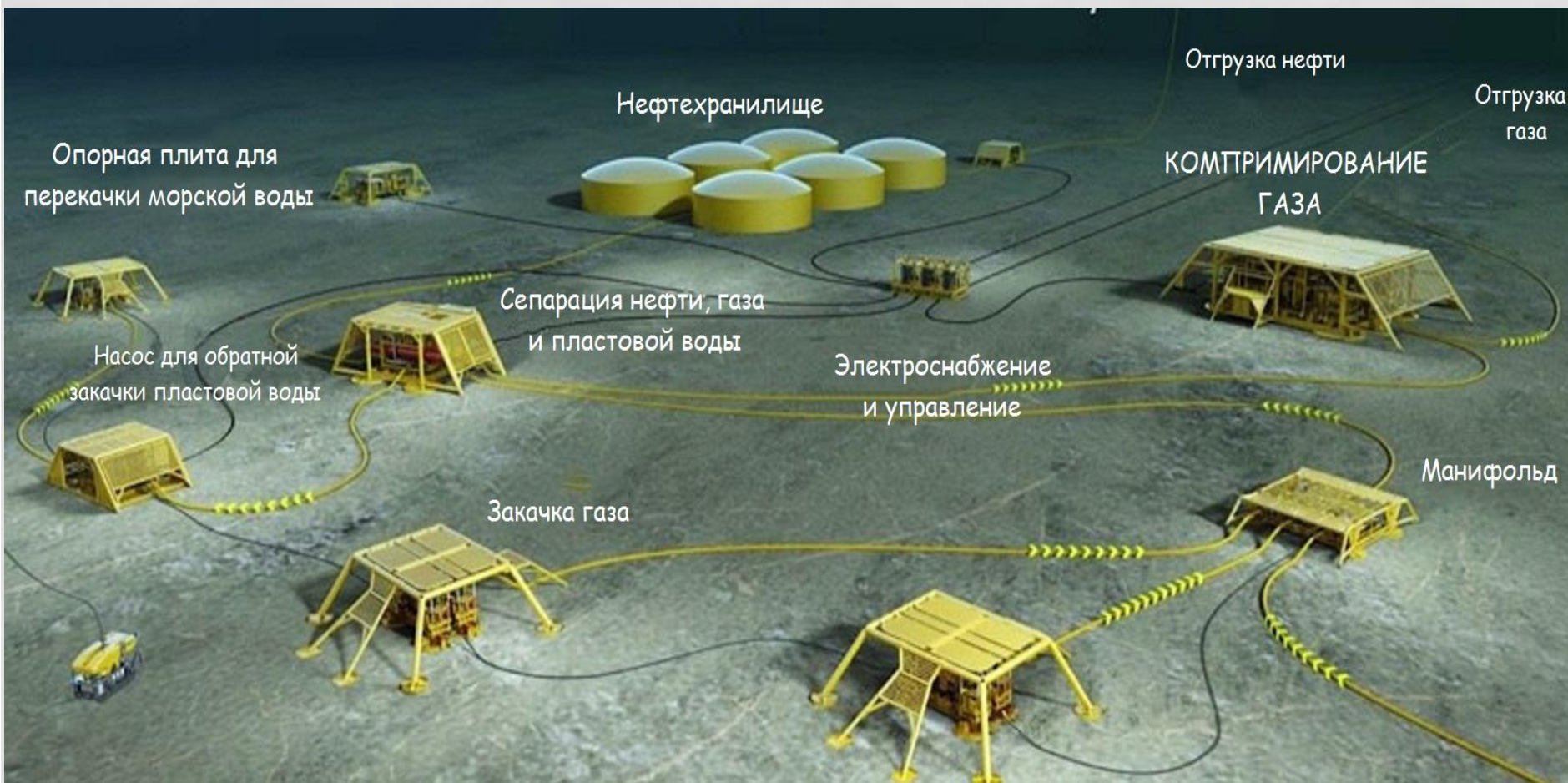
Перед сжижением газ и нефть отделяются друг от друга на подводной установке, а затем, после сжатия, соединяются обратно и закачиваются по 40 километровому трубопроводу на платформу Асгард Б.

# Подводные компрессорные технологии – будущее транспорта газа в условиях Арктики

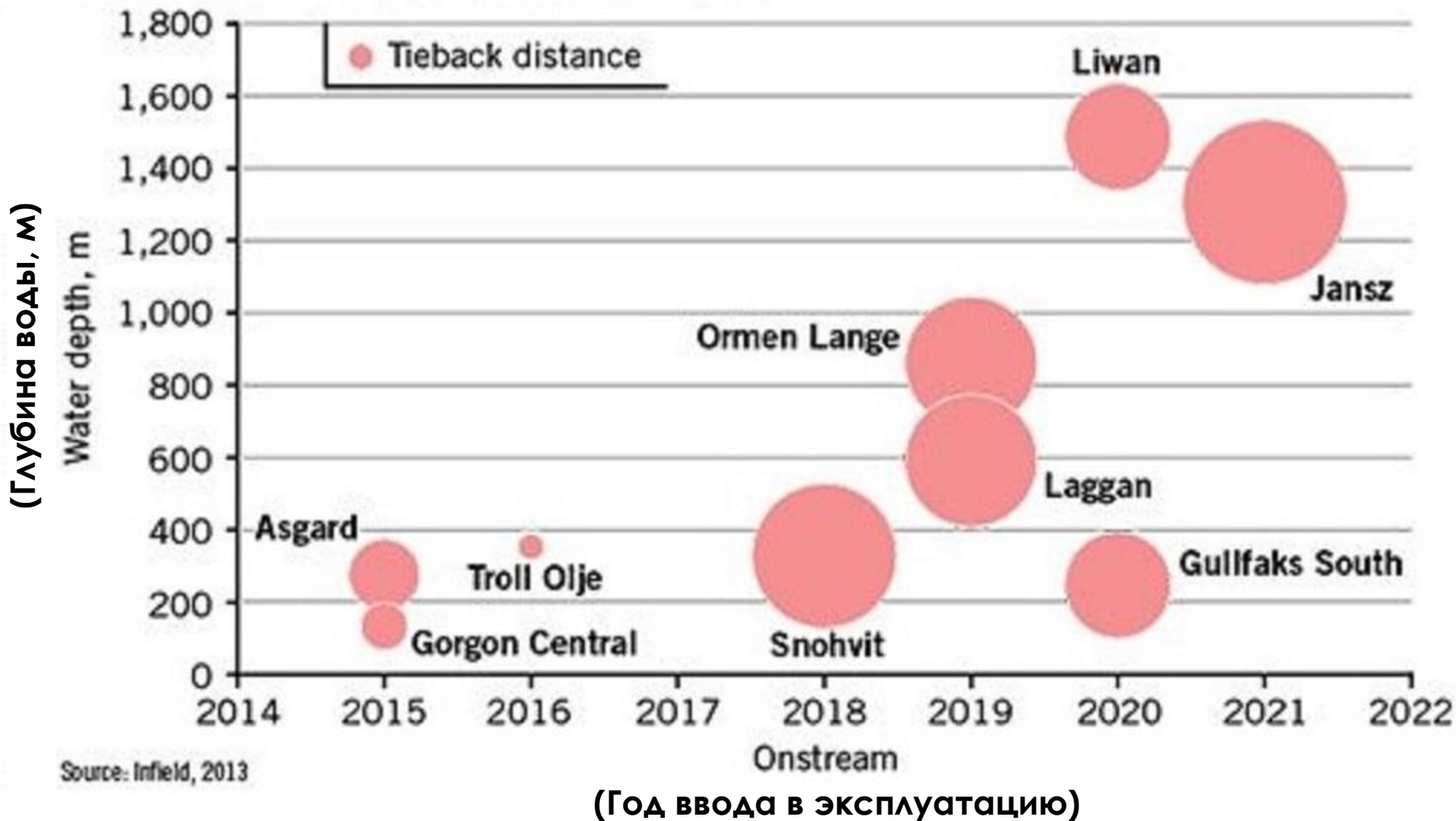


Благодаря  
подводным  
технологиям  
эксплуатация  
месторождения  
Asgard продолжится  
до **2032** года.  
Увеличение  
выработки:  
Midgard – с **67** до  
**87%**  
Mikkel – с **59** до **84%**

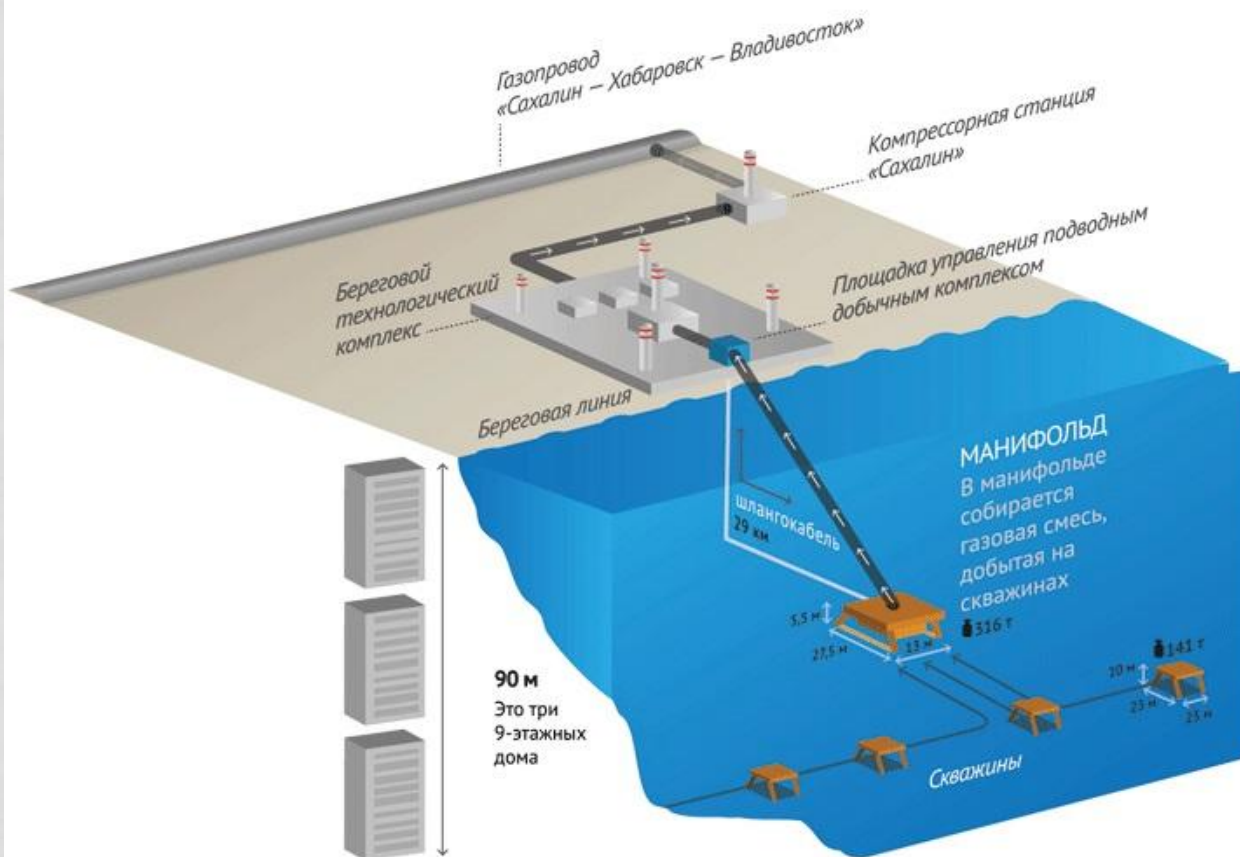
# Следующий этап развития подводных технологий – создание подводных производств полного цикла.



# Мировые проекты по установке ПКС



# Киринское газоконденсатное месторождение



Открыто в 1992 году. Эксплуатируется с 2014 года.

Запасы: 162,5 млрд. кубометров газа и 19,1 млн. тонн газового конденсата.

Глубина моря: 60 – 100 м.

Проектная мощность : 5,5 млрд куб. м газа в год.



# ПОДВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ

Для добычи газа на Киринском газоконденсатном месторождении впервые в России используются подводные технологии. Все элементы подводного добычного комплекса находятся на дне моря, а управление добычей происходит с берега из операторной.

## ТРУБОПРОВОД для подачи МЭГ

Моноэтиленгликоль (МЭГ) предотвращает в скважине и трубопроводах гидратообразование.



110 мм  
диаметр

## ШЛАНГОКАБЕЛЬ

По шлангокабелю передаются команды управления на подводное оборудование.

## ПОДВОДНАЯ ЧАСТЬ ТРУБОПРОВОДА

Соединяет месторождение и установку комплексной подготовки газа. По нему поступает смесь газа, конденсата и воды с месторождения.



## УСТЬЕВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ СКВАЖИНЫ

Фонтанная арматура, вес ..... 56 т  
Защитная конструкция, вес ..... 76 т  
Размеры ..... 23x23x10 м



## ОКОНЕЧНОЕ УСТРОЙСТВО ТРУБОПРОВОДА 20"



## МАНИФОЛЬД

Распределяет потоки газа, МЭГ, сигналы управления.  
Вес ..... 220 т  
Размеры ..... 27,5x13x5,1 м

## ТРОЙНИК

Для подключения под водой средних скважин в линию.



## ПОДВОДНЫЙ РОБОТ ROV

Используется при подводном монтаже и эксплуатации оборудования.

2 руки-манипулятора  
Система стабилизации положения.

## ОКОНЕЧНОЕ УСТРОЙСТВО ТРУБОПРОВОДА 10"

Температура воды на дне до ..... -2°C

## Достоинства подводных комплексов

- Возможность круглогодичной разведки и разработки;
- Отсутствие существенного ледового воздействия на оборудование (при глубине моря более 60 м);
- Минимальное негативное воздействие на экологическую систему;
- Отсутствие в необходимости возведения огромных стальных конструкций;
- Увеличение коэффициента извлечения газа (при установленной ПКС).

# Заключение

Для освоения месторождений Арктического шельфа России необходимо использование самых передовых производственных технологий, в том числе подводных, и применение мирового опыта в области освоения морских месторождений. В то же время существует и ряд технических задач, связанных с адаптацией этих технологий к суровым условиям акваторий арктических месторождений и зачастую с достаточно большой удаленностью от берега. Некоторые подводные технологии уже сегодня являются достаточно апробированными, имеют высокую эксплуатационную надежность и готовы к использованию в замерзающих акваториях. Ряд неоспоримых преимуществ сделал подводный тип оборудования привлекательным для недропользователей многих стран, в том числе и российских. И быстрые темпы развития подводных технологий позволяют с уверенностью утверждать, что уже в ближайшем будущем они могут найти свою нишу на шельфе России.

# Список литературы

1. Васильев, Богдан. Подводные технологии освоения арктического шельфа [Электронный ресурс] / Богдан Васильев. – Электрон. текстовые дан. – Санкт-Петербург, 2016. – Режим доступа: <http://pro-arctic.ru/29/03/2016/technology/20833>, свободный.
2. Демидов, В. В. Перспективы использования подводного компримирования при освоении морских месторождений [Текст] / В. В. Демидов, О. А. Корниенко // Вести газовой науки: научно-технический сборник. – пос. Развилка, Московская обл. : Газпром ВНИИГАЗ, 2013. – с. 174-179.
3. Мостокалов, К. А. Газовое месторождение Ormen Lange / К. А. Мостокалов // Труды XX Международного научного симпозиума имени академика М. А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» (г. Томск, 7-11 апреля 2014 г.). – Томск, 2014. – с. 111-112.
4. В чем особенности морской добычи [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://www.gazprominfo.ru/articles/sea-production/>, свободный.
5. Подводный добычный комплекс [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://sahalin-shelf-dobycha.gazprom.ru/about/technologies/pdk/>, свободный.

6. Statoil начала установку компрессорных станций на подводном заводе на месторождении Асгард [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан., 2016. – Режим доступа: <http://neftegaz.ru/news/view/138454-Statoil-nachala-ustanovku-kompressornyh-stantsiy-na-podvodnom-zavode-na-mestorozhdenii-Asgard>, свободный.

7. Ormen Lange in English [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://www.shell.no/products-services/ep/ormenlange/en.html>, свободный.

8. Asgard [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан., 2015. – Режим доступа: <http://www.statoil.com/en/OurOperations/ExplorationProd/ncs/Asgard/Pages/default.aspx>, свободный.

9. Газпром добыча шельф: Видео-визитка [Видеозапись]. – 2013. – Режим доступа: <http://mercator.ru/works/index.php?catID=&report=1&workID=767&pageID=10>, свободный.

10. A world first at Ormen Lange [Видеозапись]. – 2014. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=fnzOuwedW0w>, свободный.

11. Asgard Subsea Gas Compression [Видеозапись]. – 2015. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=Ew1h9aU4odo&t=43s>, свободный.