



Мурманский государственный технический университет

# Нефтегазовая промышленность на шельфе

Мурманск  
2019



# Обратная связь



- Преподаватель- Белухин Александр Игоревич, заведующий лабораторией 3D-моделирования нефтегазовых процессов кафедры МНГД;
- Кафедра морского нефтегазового дела, корпус «Н», 2-ой этаж.
- Контактный телефон: +7 (953) 309-26-78;
- E-mail: [belukhin.aleksandr@mail.ru](mailto:belukhin.aleksandr@mail.ru)



- Цель освоения дисциплины: получение знаний о геологическом строении шельфа Арктики, особенностях его формирования, технологических сложностях и опыте разработки месторождений углеводородов на его территории. Содержание изучаемой дисциплины направлено на применение полученных теоретических знаний в процессе профессиональной деятельности.



# Структура дисциплины

1. Понятие континентального шельфа. Морские месторождения нефти и газа.
2. Геолого-разведочные работы на шельфе.
3. Разработка и эксплуатация морских месторождений.
4. Хранение и транспорт углеводородов на шельфе морей.
5. Инновационные технологии освоения шельфа Арктики. Опыт отечественных и иностранных компаний.
6. Заключение.



Мурманский государственный технический университет

# Раздел 1. Понятие континентального шельфа. Морские месторождения нефти и газа.



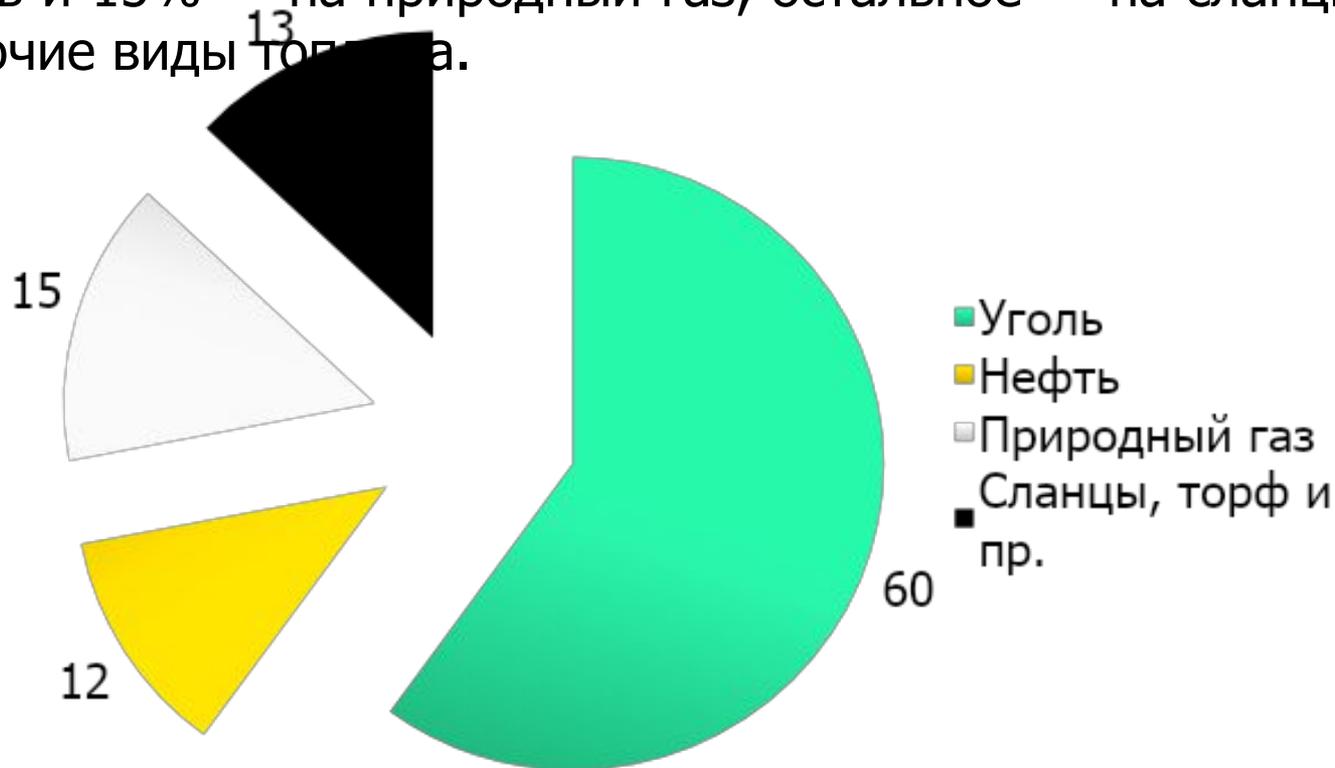
# Структура модуля

1. Запасы минерального топлива.
2. Понятие шельфа.
3. Запасы полезных ископаемых в Арктике.
4. Крупнейшие разведанные месторождения и действующие проекты на шельфе Арктики.



# Запасы минерального топлива

- **Суммарные общегеологические (прогнозные) запасы минерального топлива** нашей планеты превышают 12,5 трлн, т., из них более 60% приходится на уголь, около 12% — на нефть и 15% — на природный газ, остальное — на сланцы, торф и прочие виды топлива.





- При современном уровне мировой добычи угля (4,5 млрд. т. в год) разведанных запасов может хватить более чем на 150 лет.
- Разведанные запасы нефти оцениваются в 270 — 300 млрд, т., достоверные — в 140 млрд. т. Обеспеченность разведанными запасами нефти при современном уровне добычи (около 3 млрд. т. в год) по миру в целом составляет 45 лет. В США этот показатель едва превышает 10 лет, в России — 20 лет, а в Саудовской Аравии он составляет 90 лет, в Кувейте и ОАЭ — около 140 лет.
- Мировые разведанные запасы природного газа оцениваются в 144 трлн. куб. м. Обеспеченность мировой экономики природным газом при современном уровне его добычи (2,2 трлн. куб. м в год) составляет 71 год.



- Подавляющая часть достоверных запасов нефти находится в странах с формирующимися рынками (80%), прежде всего в бассейне Персидского залива (65%, в том числе 35% у Саудовской Аравии). На Россию приходится около 6% мировых запасов.
- Растет и обеспеченность нефтью: сегодня она составляет, по разным оценкам, от 40 до 60 лет, причем в развитых странах эта цифра падает до 10-15 лет, а в остальных возрастает до 100-150 лет. Более 30% запасов нефти находится в шельфовых зонах морей и океанов. По прогнозам геологов, огромные запасы углеводородного сырья сосредоточены на шельфовых морях российского сектора Арктики и Дальнего Востока.



| ◆  | Страна   | ◆ | Добыча<br>(баррель/день) | ◆ | Дата | ◆ | Добыча<br>(баррель/год) | ◆ | Добыча<br>(тонн/год) | ◆ |
|----|--|---|--------------------------|---|------|---|-------------------------|---|----------------------|---|
| —  | Мир  |   | 84820000                 |   | 2011 |   | 30 959 300 000          |   | 4 222 848 520        |   |
| —  |  Лига арабских государств |   | 24171503                 |   | 2009 |   | 8 822 598 595           |   | 1 203 402 448        |   |
| 1  |  Саудовская Аравия        |   | 11150000                 |   | 2011 |   | 4 069 750 000           |   | 555 113 900          |   |
| 2  |  Россия                   |   | 10210000                 |   | 2011 |   | 3 726 650 000           |   | 508 315 060          |   |
| 3  |  США                      |   | 9023000                  |   | 2011 |   | 3 293 395 000           |   | 449 219 078          |   |
| 4  |  Иран                     |   | 4231000                  |   | 2011 |   | 1 544 315 000           |   | 210 644 566          |   |
| 5  |  КНР                      |   | 4073000                  |   | 2011 |   | 1 486 645 000           |   | 202 778 378          |   |
| 6  |  Канада                   |   | 3592000                  |   | 2011 |   | 1 311 080 000           |   | 178 831 312          |   |
| 7  |  ОАЭ                      |   | 3087000                  |   | 2011 |   | 1 126 755 000           |   | 153 689 382          |   |
| 8  |  Мексика                  |   | 2934000                  |   | 2011 |   | 1 070 910 000           |   | 146 072 124          |   |
| 9  |  Кувейт                  |   | 2682000                  |   | 2011 |   | 978 930 000             |   | 133 526 052          |   |
| 10 |  Ирак                   |   | 2638000                  |   | 2011 |   | 962 870 000             |   | 131 335 468          |   |
| 11 |  Бразилия               |   | 2633000                  |   | 2011 |   | 961 045 000             |   | 131 086 538          |   |
| 12 |  Нигерия                |   | 2525000                  |   | 2011 |   | 921 625 000             |   | 125 709 650          |   |
| 13 |  Венесуэла              |   | 2453000                  |   | 2011 |   | 895 345 000             |   | 122 125 058          |   |

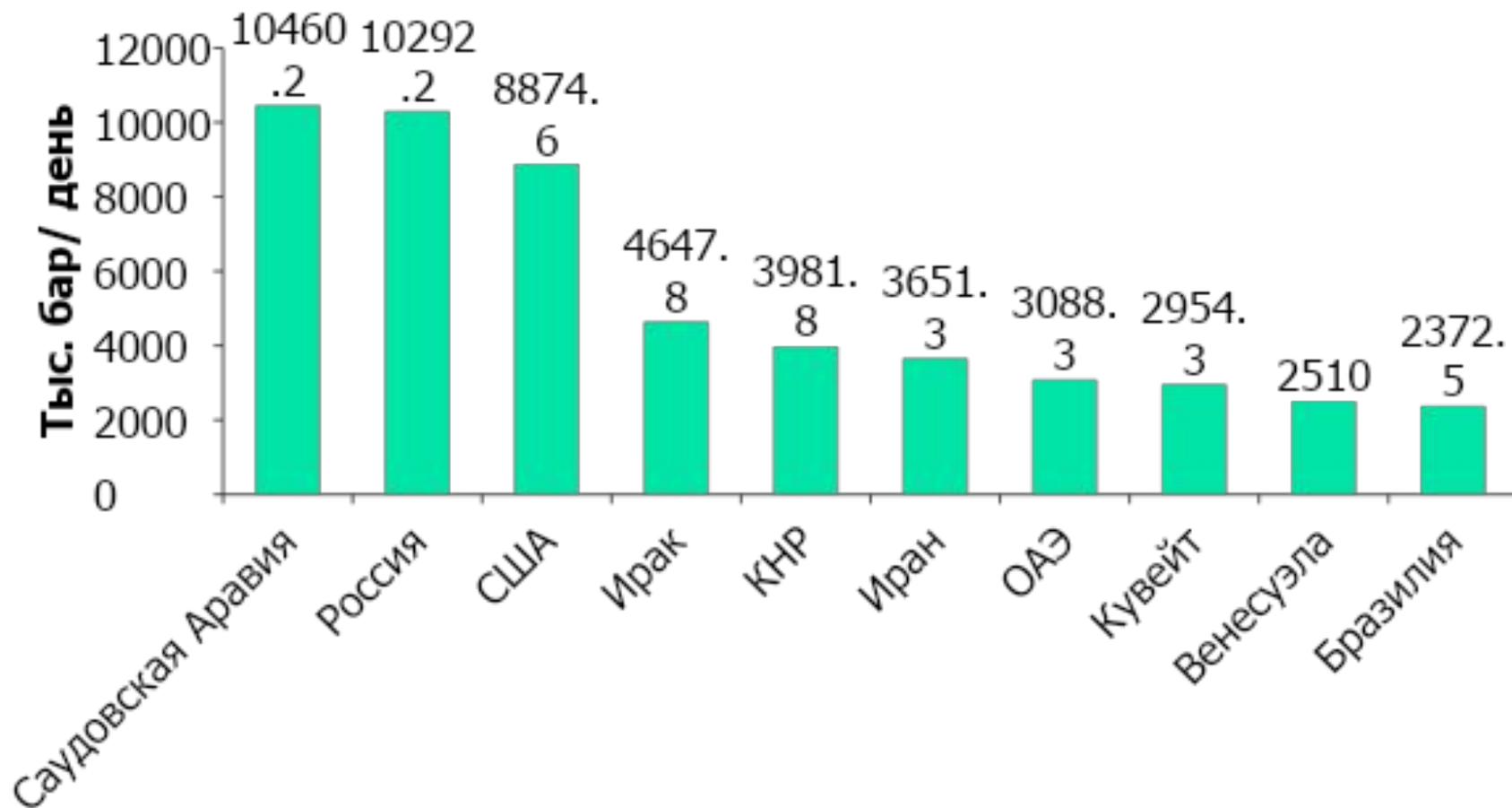


- **Организа́ция стран — экспортёров не́фти** — международная межправительственная организация, созданная нефтедобывающими странами в целях контроля квот добычи на нефть. Часто рассматривается как картель.
- В состав ОПЕК входят 15 стран:
- Алжир, Ангола, Венесуэла, Габон, Иран, Ирак, Конго, Кувейт, Катар, Ливия, Объединённые Арабские Эмираты, Нигерия, Саудовская Аравия, Экваториальная Гвинея и Эквадор. Штаб-квартира расположена в Вене.





## ТОП 10 стран по добыче нефти в 2016г. (по данным ОПЕК)





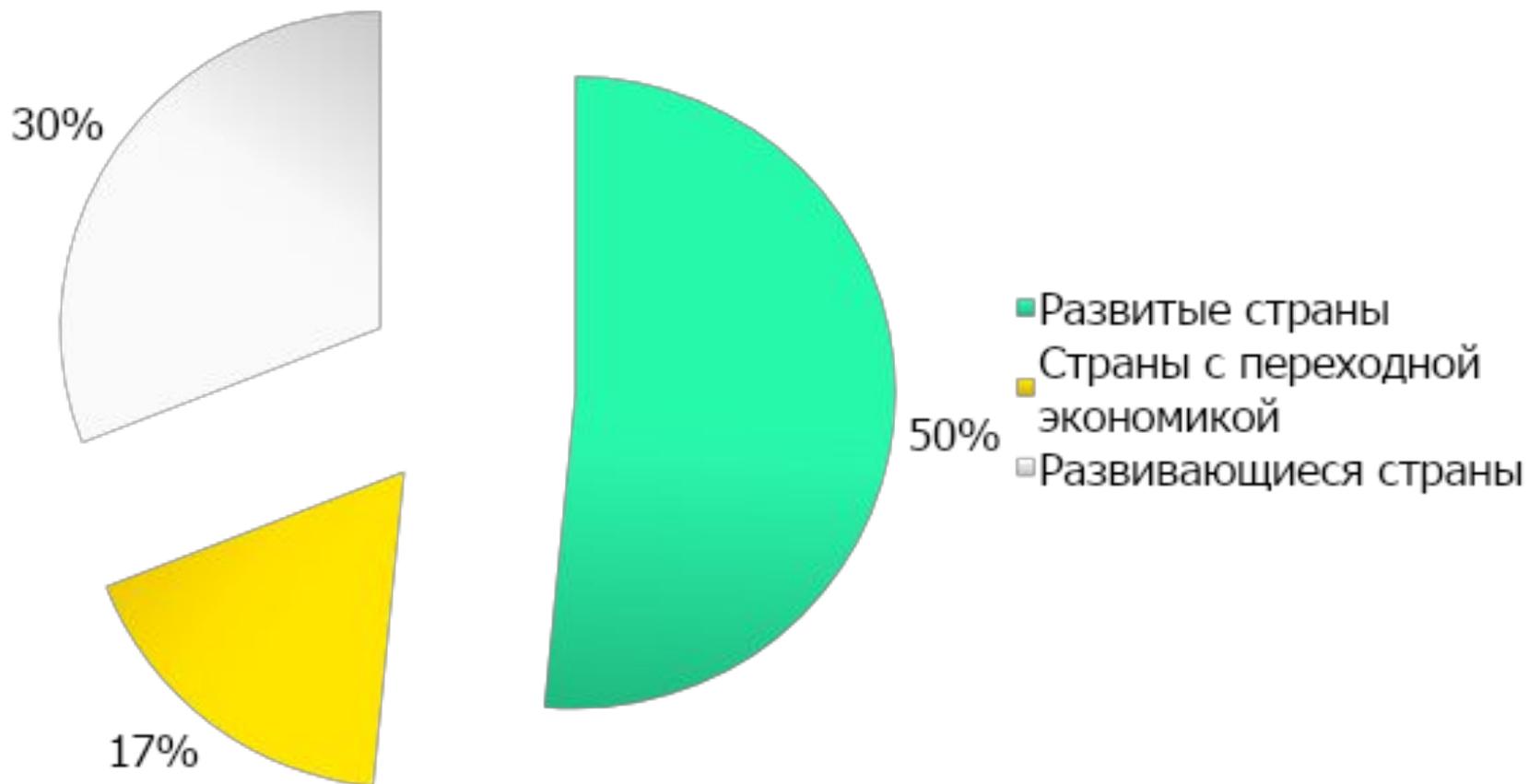
## ТОП 10 стран по добыче природного газа в 2016г.

(по данным ОПЕК)





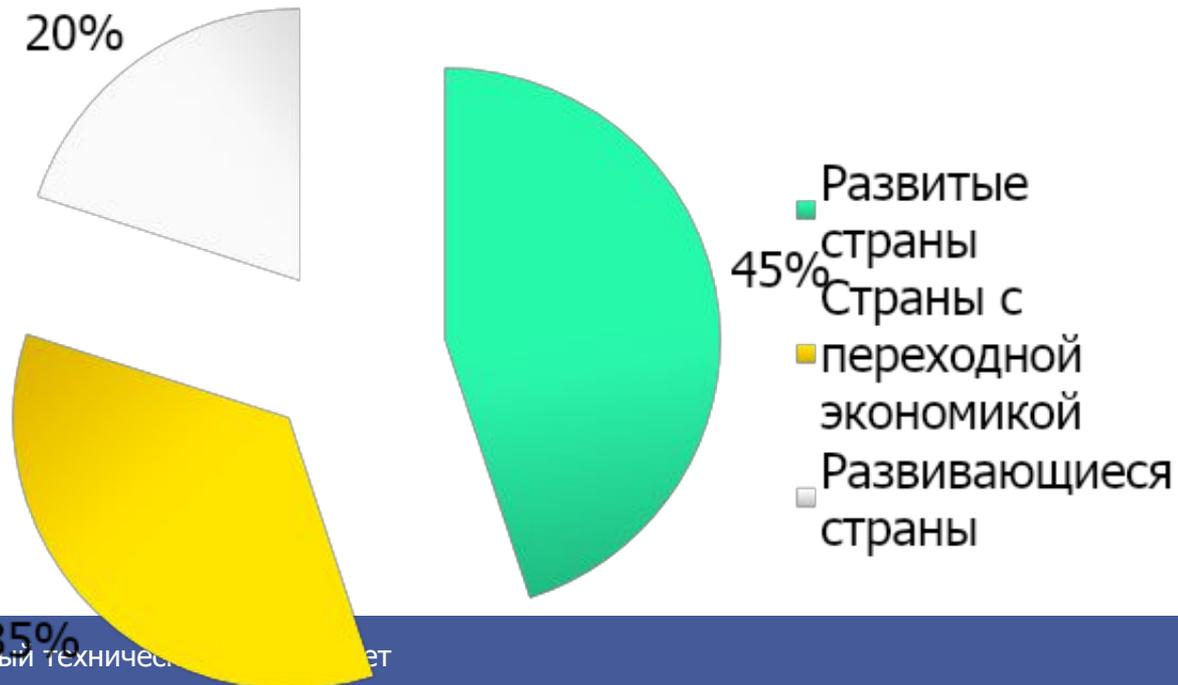
## Мощности по первичной переработке нефти





- Природный газ — самый быстрорастущий по объему добычи и доле в структуре энергопотребления энергоноситель. Мировая добыча природного газа выросла с 1050 млрд, м<sup>5</sup> в 1970 г. до 3276 млрд, м в 2011 г., или более, чем в 3 раза. Первое место в мировой добыче газа принадлежит развитым странам (45%), второе — странам с переходной экономикой (35%) и третье — развивающимся странам (20%).

### Мировая добыча газа





- В конце XX в. вследствие энергетического кризиса 70-х гг. в развитых странах были приняты меры по снижению потребления топлива, сырья и материалов, а также по увеличению собственной добычи полезных ископаемых в некоторых из этих стран.
- В результате произошло определенное ослабление зависимости развитых государств от импорта минерального сырья и топлива.
- Однако в последнее время вследствие истощения собственных минерально-сырьевых ресурсов развитые страны все более обращаются к поставкам из переходных и развивающихся экономик.



**1**



**2**



1. Мировые запасы нефти и газа континентального шельфа.
2. Распределение добычи нефти на континентальном шельфе по регионам мира.



3. Распределение добычи газа на континентальном шельфе по регионам мира.
4. Запасы углеводородов на континентальном шельфе России.



# Понятие континентального шельфа

Существует три понятия континентального шельфа:

- Геологическое;
- Юридическое;
- Определение, принятое на III конференции ООН в 1982г.



- **Континентальный шельф** как геологическое понятие представляет собой окраинную часть материков, их подводное продолжение. Эта прибрежная часть дна Мирового океана имеет, как правило, небольшой уклон (от 0 градусов 07 минут до 0 градусов 08 минут ) и глубины от 0 до 200 метров (местами до 500 метров ).

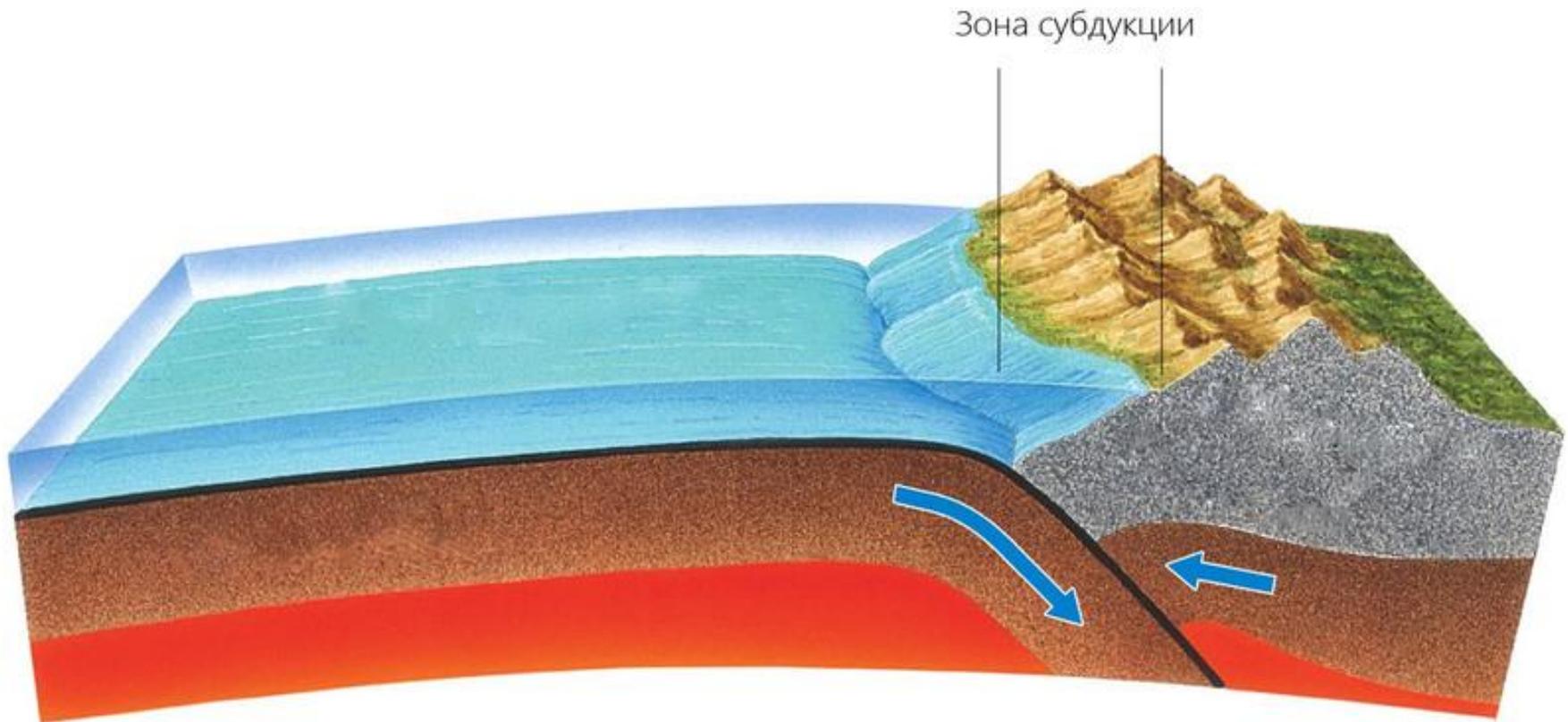


# Континентальный шельф





- **Зона субдукции** — линейно протяжённая **зона**, вдоль которой происходит погружение одних блоков земной коры под другие. Чаще всего в них океаническая кора пододвигается под островную дугу или активную континентальную окраину и погружается в мантию.





- Юридическое понятие термина «континентальный шельф» впервые было дано в Женевской конвенции о континентальном шельфе 1958 г., где говорилось, что под континентальным шельфом понимаются поверхность и недра морского дна подводных районов, примыкающих к берегу, но находящихся вне зоны территориального моря, **до глубины 200 метров** или за этим пределом до такого места, до которого глубина покрывающих вод позволяет вести разработку естественных богатств этих районов.



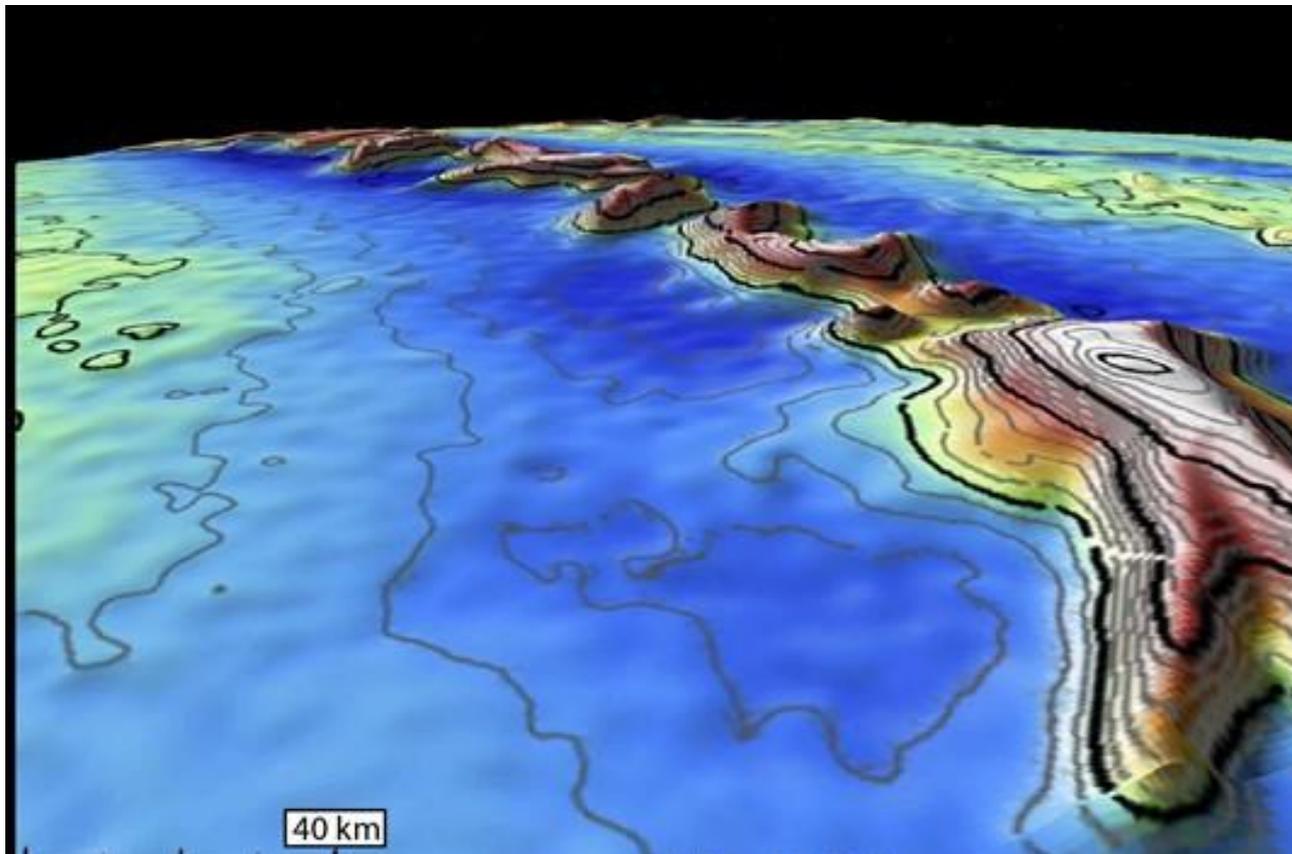
- В результате обсуждения на III конференции ООН по морскому праву вопроса о континентальном шельфе в Конвенцию 1982 года вошло следующее определение: континентальный шельф прибрежного государства включает поверхность и недра морского дна подводных районов, простирающихся за пределы его территориального моря на всем протяжении естественного продолжения его сухопутной территории до внешней границы подводной окраины материка или на расстоянии **200 миль от исходных линий, от которых отмеряется ширина территориального моря,** когда внешняя граница подводной окраины материка не простирается на такое расстояние.



- В конвенции 1982 г. даны четкие критерии для установления внешней границы континентального шельфа, которая должна находиться не далее 350 миль от исходной линии, от которой отмеряется ширина территориального моря, или не далее 100 миль от 2500-метровой изобаты. На подводных хребтах внешняя граница континентального шельфа не может превышать расстояния 350 миль от исходных линий, от которых отмеряется ширина территориального моря.

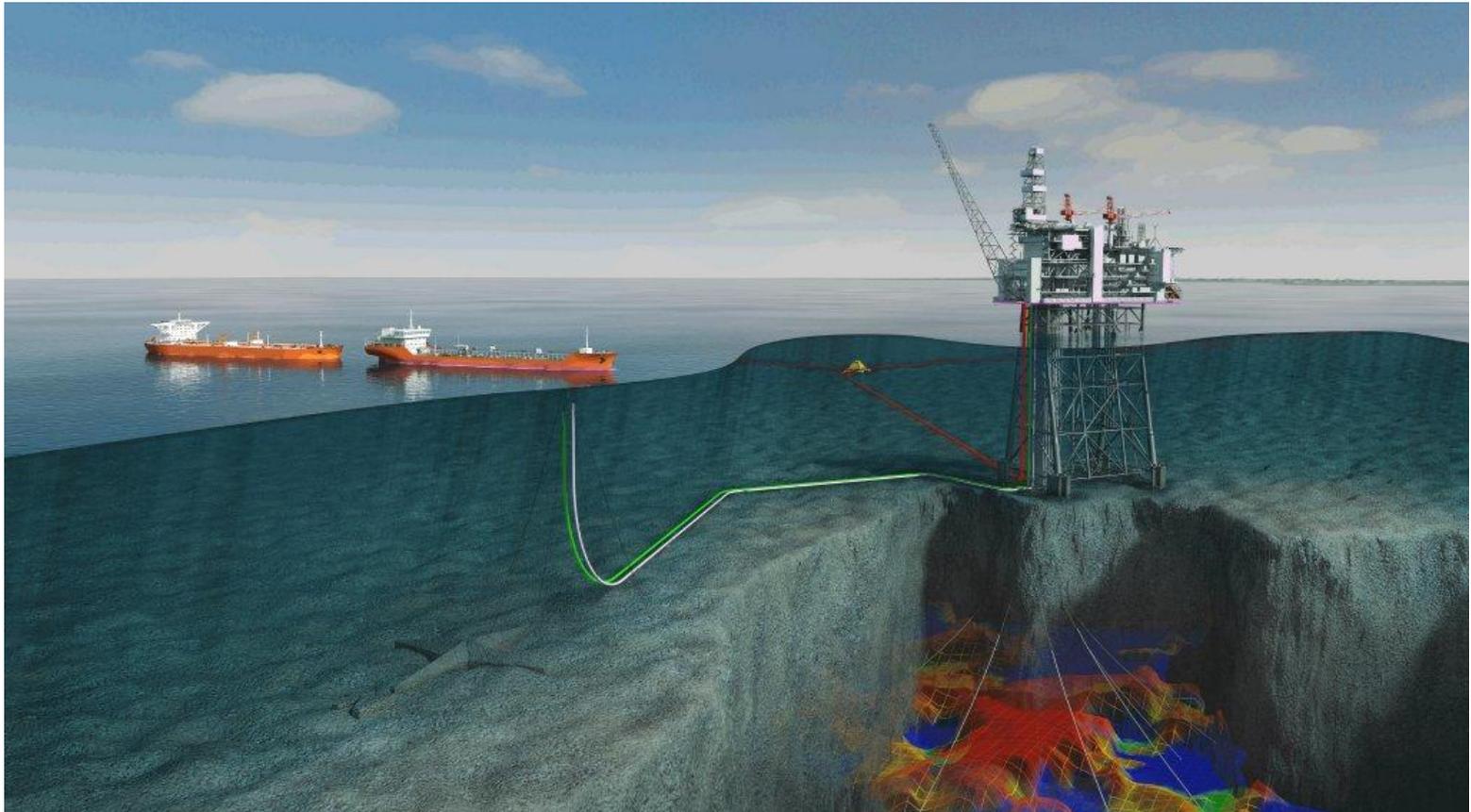


- **Изобáта** — изолиния на географической карте или плане, соединяющая точки одинаковых глубин водоёма (озера, моря).





- Разработка месторождений на морском шельфе — это наукоёмкий, сложный по технологиям и в то же время опасный процесс, когда оборудование устанавливается и эксплуатируется в экстремальных условиях окружающей среды





## Континентальный шельф в цифрах:

- 60% площади континентального шельфа имеют запасы углеводородов;
- Всего на шельфах пробурено более 100 тыс. скважин различного типа;
- Разведано более 2 тыс. шельфовых месторождений;
- Каждый год бурится около 1 тыс. поисково-разведочных скважин и примерно 2 тыс. эксплуатационных скважин различного типа;



# Россия находится на пороге промышленного освоения континентального шельфа.

## ШЕЛЬФОВАЯ ДОБЫЧА УГЛЕВОДОДОВ В РОССИИ

ИСТОЧНИК: RUSENERGY.





Морская добыча нефти и газа в России выделена в качестве приоритетной деятельности, способствующей развитию нефтегазовой отрасли и экономики в целом.



**План добычи углеводородов на континентальном шельфе России**



# Запасы полезных ископаемых в Арктике.

- Согласно оценке Геологического Общества США, основанной на геологических исследованиях и вероятностном моделировании, на арктических территориях России, Норвегии, Гренландии, США и Канады залегают примерно **22% мировых неразведанных ресурсов нефти и природного газа.**
- 93% нефти и газа Арктики содержатся всего лишь в 10-ти крупных месторождениях, причем 63% расположены в Евразии: из них 88% арктического газа и 35% нефти.



## Притязания стран на арктический шельф

Северный полюс

США

Канада

Россия

Норвегия

Исландия

Дания

200-мильная зона



- Примерно 61 крупное месторождение нефти и газа было открыто в Арктике





- В целом в Арктике по прогнозам залегают **от 6 до 21,4 млрд т** извлекаемых ресурсов нефти;
- Ресурсы традиционного газа по вероятностной модели составляют **от 21 до 84 трлн м<sup>3</sup>**
- Помимо газа, в газовых месторождениях может содержаться около **5,3 млрд т** жидких углеводородов;
- Таким образом, доминирует в структуре углеводородных запасов Арктики соответственно не нефть, а природный газ – **примерно 78%.**



## Крупнейшие разведанные месторождения и действующие проекты на шельфе Арктики.

В Баренцевом, Печорском и Карском морях не только выявлено более 200 нефтегазоперспективных объектов, но и открыто несколько десятков месторождений, среди них:

- на шельфе Баренцева (включая Печорское) моря – 11 месторождений;
- на шельфе Карского моря (в том числе в Тазовской и Обской губах) – 11 месторождений,
- на шельфе Охотского моря – восемь месторождений;

**В Арктической зоне сконцентрирована добыча 91% природного газа и 80% (от общероссийских разведанных запасов) газа промышленных категорий.**



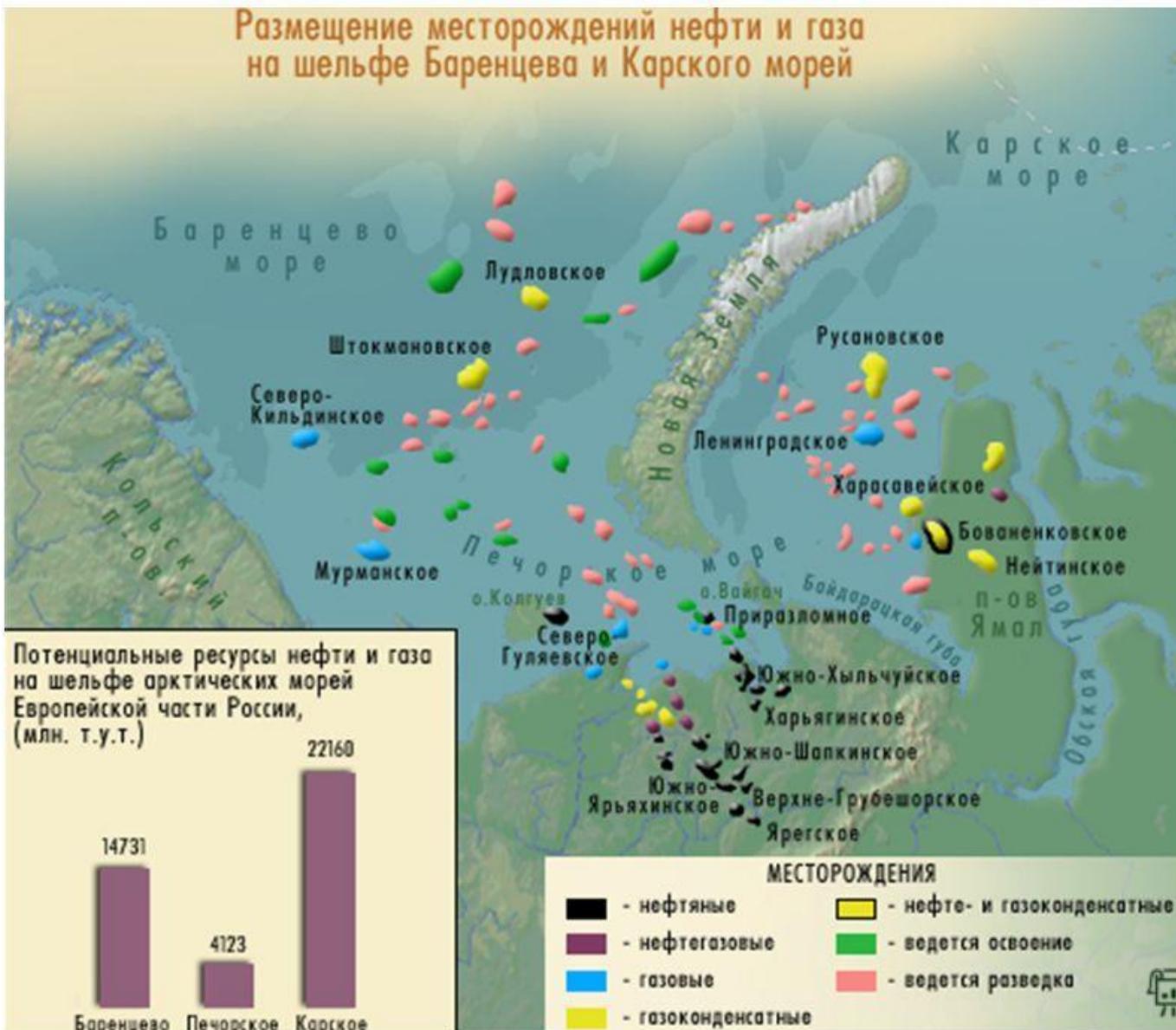
## Проекты на арктическом шельфе России







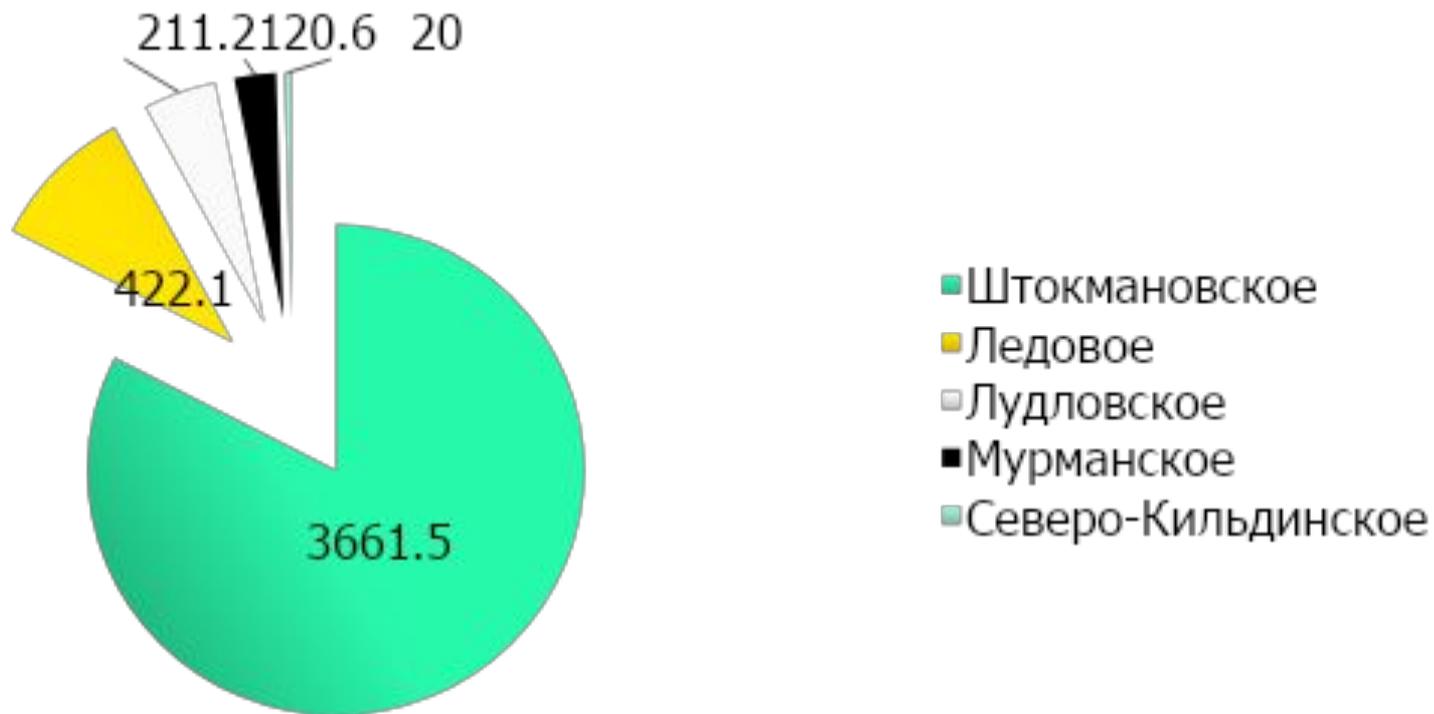
## Размещение месторождений нефти и газа на шельфе Баренцева и Карского морей





- В Баренцевом море в настоящее время выявлено 5 месторождений

### Наиболее известные месторождения Баренцева моря, млрд м<sup>3</sup>





- Извлекаемые НСР УВ Печорского моря оцениваются в 4,9 млрд т у.т. В структуре НСР жидкие УВ составляют 2,2 млрд т, газообразные – 2,7 трлн м<sup>3</sup>.
- В пределах шельфа Печорского моря расположено Приразломное нефтяное месторождение





- **Приразломное месторождение** — единственное на сегодняшний день **месторождение** на арктическом шельфе России, где добыча нефти уже начата. Нефть нового российского сорта получила название Arctic Oil (ARCO) и впервые была отгружена с **Приразломного** в апреле 2014 года. Относится к Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции.





Строительство скважин 24/7



Максимальный суточный уровень добычи 20 748 м<sup>3</sup>



Все системы объединяет автоматизированная система управления и безопасности



Длина скважин от 4132 м до 8100 м

**36**  
СЛОТОВ  
СКВАЖИН

добывающих 19

нагнетательных 16

поглощающая 1



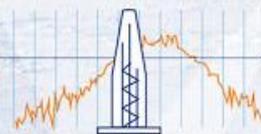
**Безопасность**  
Комплекс противовыбросового оборудования



Мощность буровой лебедки 2 000 л.с.



Грузоподъемность буровой вышки составляет 547 тонн.



Буровая вышка закрыта - всепогодная добыча нефти



Выдерживает ветровую нагрузку в 51 м/с.



150 м

Клапан-отсекатель

2416,68 м

4 обсадных колонны  $\varnothing$  244,5 - 660,4 мм

Продуктивные горизонты, средняя глубина залегания 2300 - 2700 м

Скважины разведочные пробуренные

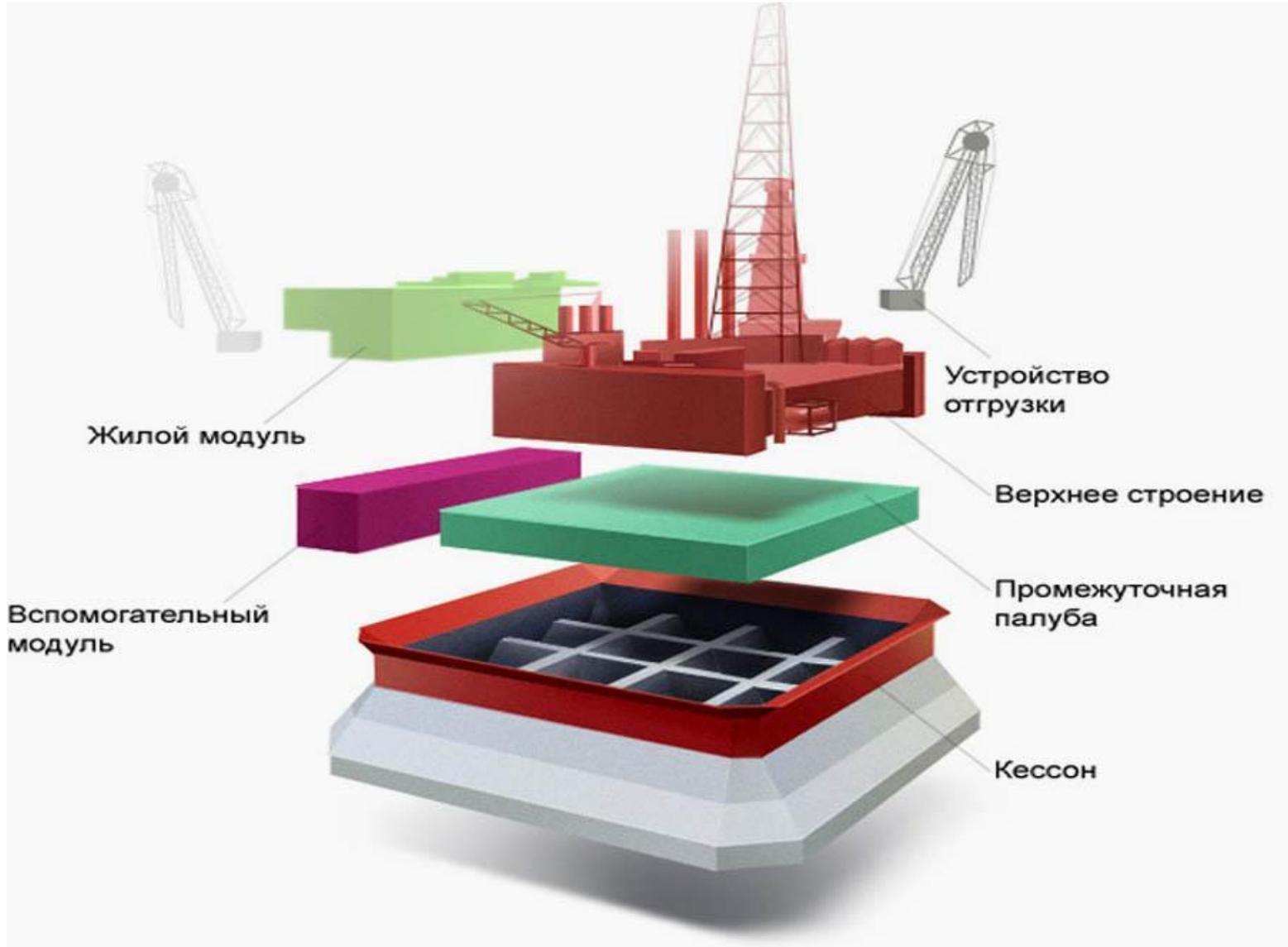
Глины  
Нефтенасыщенные породы  
Плотные породы  
Водонасыщенные породы

Электроцентробежный насос

Эксплуатационный хвостовик

Точка разветвления

# БУРЕНИЕ НА МЛСП «ПРИРАЗЛОМНАЯ»





- В целом в акватории Печорского моря уже выявлено пять месторождений нефти с суммарными запасами  $ABC_1 + C_2$  – 401,6 млн. т или 17% запасов Северо-Западного региона;
- Запасы свободного газа категорий  $ABC_1 + C_2$  выявлены в двух месторождениях и составляют суммарно 73 млрд  $m^3$



# ШЕЛЬФ КАРСКОГО МОРЯ

Площадь — 893 400 км<sup>2</sup> Наибольшая глубина — 620 м Средняя глубина — 50–100 м

## Крупнейшие месторождения Карского моря

Ленинградское газоконденсатное месторождение.  
Открыто в 1990 году.

Выявлены четыре газовые и одна газоконденсатная залежи. По величине геологических запасов газа Ленинградское месторождение классифицируется как уникальное.

Глубина моря — 80–165 м

Количество пробуренных скважин — 2

Запасы газа — >1 трлн м<sup>3</sup>

Русановское газоконденсатное месторождение.  
Открыто в 1989 году.

Выявлено семь газоконденсатных залежей. По величине геологических запасов газа Русановское месторождение классифицируется как уникальное.

Глубина моря — 50–100 м

Количество пробуренных скважин — 2

Запасы газа — >780 млрд м<sup>3</sup>

Освоение шельфовых месторождений планируется начать после 2025 года

Море почти полностью лежит на шельфе с глубинами до 100 метров. Два желоба — Святой Анны и Воронина с глубиной до 420 метров — прорезают шельф с севера на юг. Восточно-Новоземельский желоб с глубинами 200–400 метров идет вдоль восточных берегов Новой Земли. Мелководное (до 50 метров) Центральное Карское плато расположено между желобами.

## Остров Белый

Площадь 1900 км<sup>2</sup> Высота до 12 м.  
Поверхность покрыта тундровой растительностью, много термокарстовых озер. Постоянного населения нет.

## Атомный ледокол «Ямал»

Расчитан на преодоление ровного льда толщиной 2,5–3,5 метров с устойчивой скоростью 1–2 узла.

Водоизмещение: 23 460 т Длина: 150 м  
Двигатели: 4 реактора ОК-900А, 2 турбины ТТГ-27,5 ОМ5  
Скорость хода: 21 узел Экипаж: 160 человек  
Мощность: 3 электродвигателя по 17600 кВт



## Карское море



## Танкер «СКФ Балтика»

Танкер типа «Афрамекс» — усиленного класса (ICE-1A-Super по международной классификации).

Дедвейт — 117 тысяч тонн

Двухкорпусной танкер нового поколения, спроектирован специально для работы в ледовых условиях Балтийского моря, может преодолевать лед толщиной до 1,0 метра.

## П-ов Ямал

Длина полуострова 700 км  
Ширина до 240 км



## Морская ледостойкая платформа (МЛСП)

### Функции:

бурение скважин;  
добыча нефти и газа;  
хранение нефти;  
прямая отгрузка нефти на танкеры;  
выработка тепловой и электрической энергии

### Требования:

устойчивость к повышенным ледовым нагрузкам;  
круглогодичная эксплуатация, в т.ч. отгрузка нефти на танкер; автономная работа в течение нескольких суток





# Помимо углеводородов в Арктической зоне РФ добываются:

Вольфрам;

Ртуть;

Черные металлы;

Титан;

Марганец;

Апатиты;

Медно-никелевые руды;

Олово;

Платиноиды;

Золото;

Алмазы;



# Заключение

- Арктическая зона является наиболее перспективным районом добычи полезных ископаемых в виду богатства их содержания.
- Именно поэтому в ближайшем будущем планируется планомерное освоение данного региона.
- Тем не менее, на данный момент Арктика является малоизученным районом.

*Спасибо за внимание!*

