



ТЕМА

# Газогидраты

Выполнил: студент группы С-34046  
Хлыст Е.С.

Владивосток – 2017



# Что такое газогидраты?

Газовые гидраты - представляют собой твердые кристаллические соединения газов, таких как метан, этан, пропан, бутан и др., с водой. Внешне они напоминают снег или рыхлый лед. Они устойчивы при низких температурах и повышенном давлении. Самым распространенным природным газом-гидратообразователем является метан. Из одного кубометра (в стандартных условиях) можно получить более 160 куб. м метана.





# Техногенные и природные газогидраты

Техногенные гидраты могут образовываться в системах добычи конвенционального природного газа (в призабойной зоне, в стволах скважин и т.д.) и при его транспортировке. Техногенные газогидраты могут быть использованы для хранения больших объемов газа, в технологиях очистки и разделения газов, для опреснения морской воды и в аккумулировании энергии для целей охлаждения и кондиционирования.

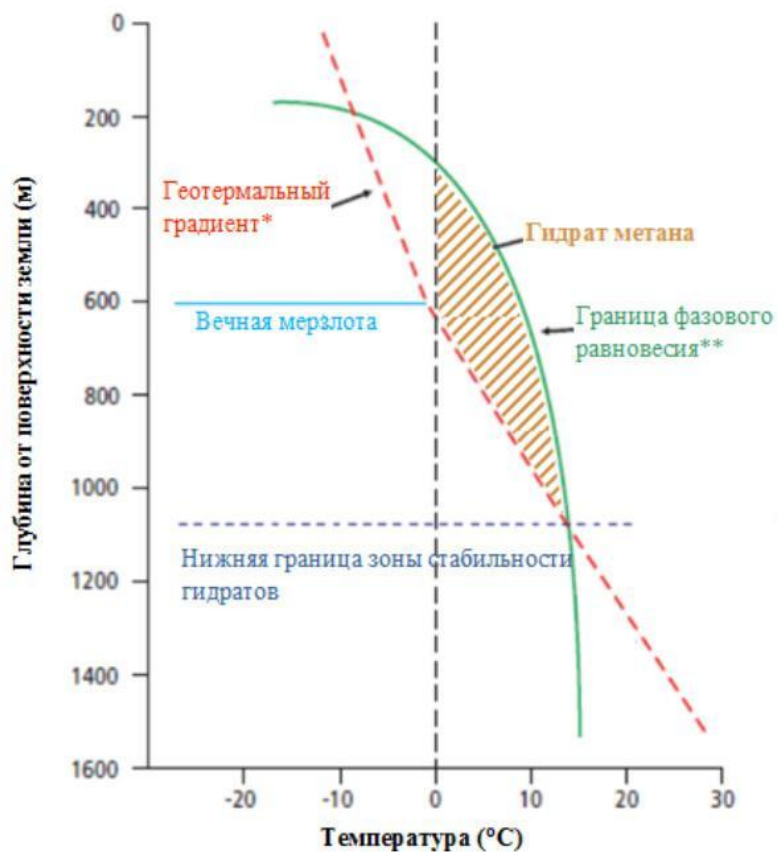
Природные гидраты могут формировать скопления или находиться в рассеянном состоянии. Они встречаются в местах, сочетающих низкие температуры и высокое давление, таких как глубоководье (придонные области глубоких озер, морей и океанов) и зона вечной мерзлоты (арктический регион). Глубина залегания газогидратов на морском дне составляет 500-1 500 м, а в арктической зоне — 200-1000 м (Рисунок 1).



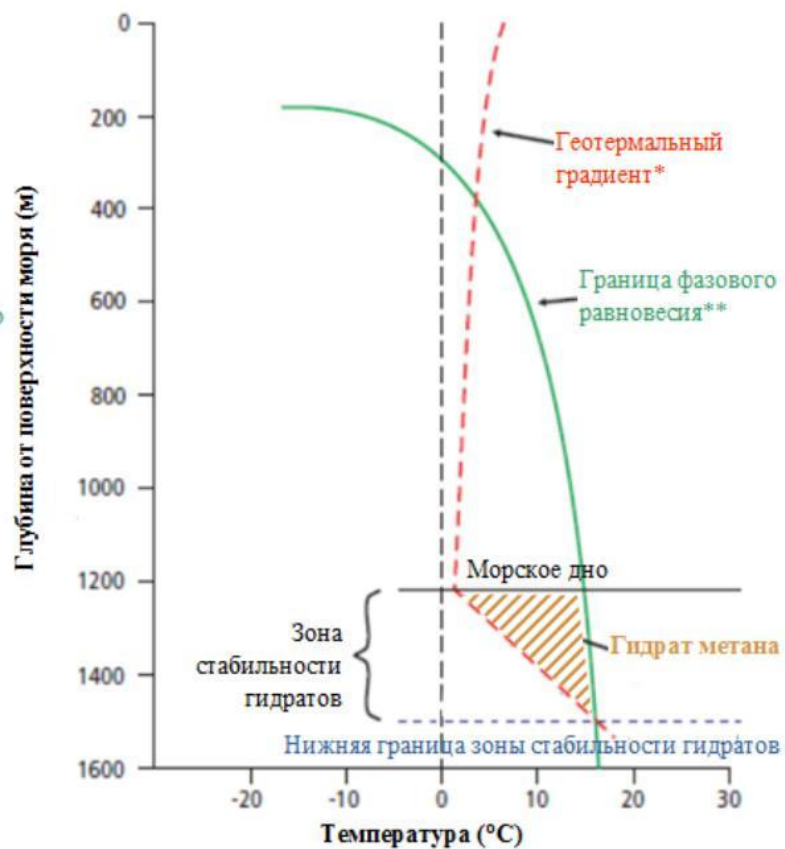
# Рисунок 1

## Условия стабильности газогидратов

### (1) Зона вечной мерзлоты



### (2) Глубоководье





## Оценки ресурсов природных газогидратов в мире

В 1970-1980-х годах оценки ресурсов находились на уровне 100-1 000 квадрил. куб. м, в 1990-х годах — снизились до 10 квадрил. куб. м, а в 2000-е годы — до 100-1 000 трлн. куб. м. Международное энергетическое агентство (МЭА) в 2009 году привело оценку в 1 000-5 000 трлн. куб. м.

Ряд текущих оценок указывают на наличие ресурсов газогидратов в 2 500-20 000 трлн. куб. м. Тем не менее даже с учетом значительного снижения оценок ресурсы газогидратов остаются на порядок выше ресурсов конвенционального природного газа, оцененных на уровне 250 трлн. куб. м

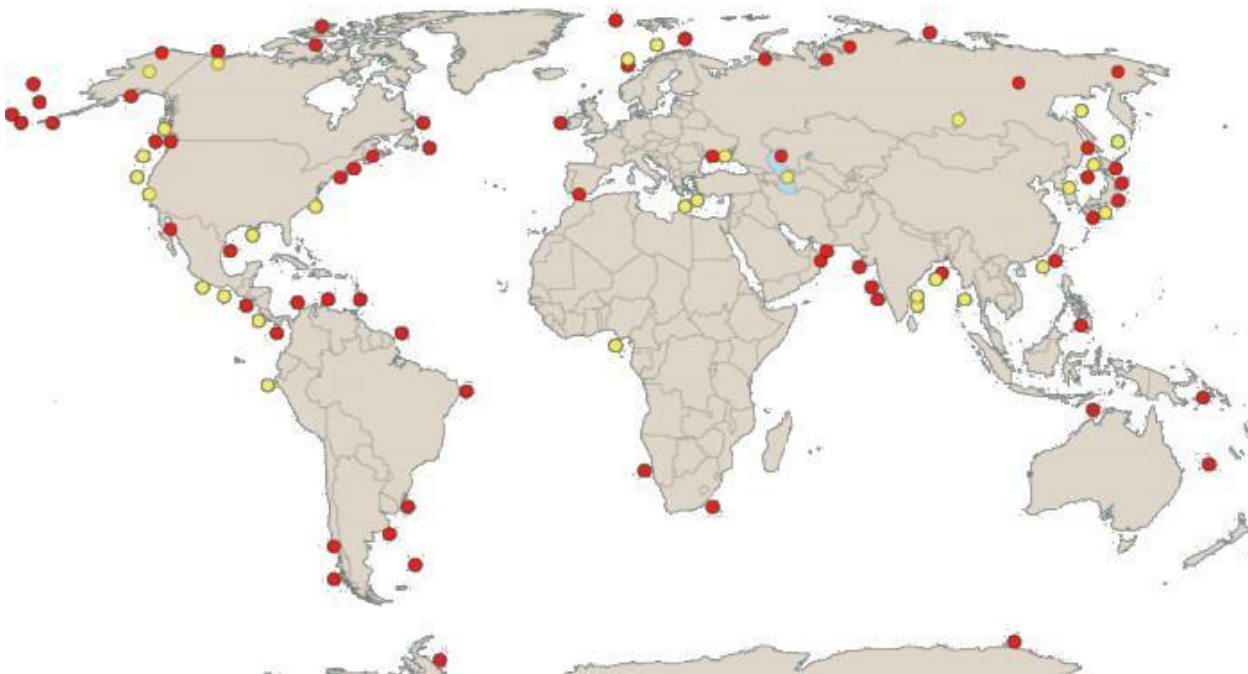




Рисунок 2.

«Газогидратная пирамида» отражает потенциал добычи газа из газогидратных месторождений различного типа.



## Развитие разработки газогидратов в мире

Начало исследований газовых гидратов восходит к 1800-м годам, когда ученые впервые получили газогидраты в лабораторных условиях. Затем, в 1930-х годах, в газопроводах были обнаружены техногенные газогидраты, которые иногда блокировали потоки природного газа. В 1960-х годах началась разработка Мессояхского месторождения в Западной Сибири, которая позволила открыть природные газовые гидраты. В 1970-х годах они были обнаружены в образцах из скважины на Северном склоне Аляски и на дне Черного моря. Результаты исследований 1980-х годов привели к тому, что газовые гидраты стали рассматриваться как новый и потенциально обширный источник метана.





## Технологии обнаружения газогидратных месторождений

Существующие технологии обнаружения газогидратных месторождений опираются на использование свойств гидратов и гидратонасыщенных пород (таких как высокая акустическая проводимость, высокое электросопротивление, пониженная плотность, низкая теплопроводимость, низкая проницаемость для газа и воды). К методам обнаружения газогидратных залежей относят: «сейсмическое зондирование, гравиметрический метод, измерение теплового и диффузного потоков над залежью, изучение динамики электромагнитного поля в исследуемом регионе и др.».

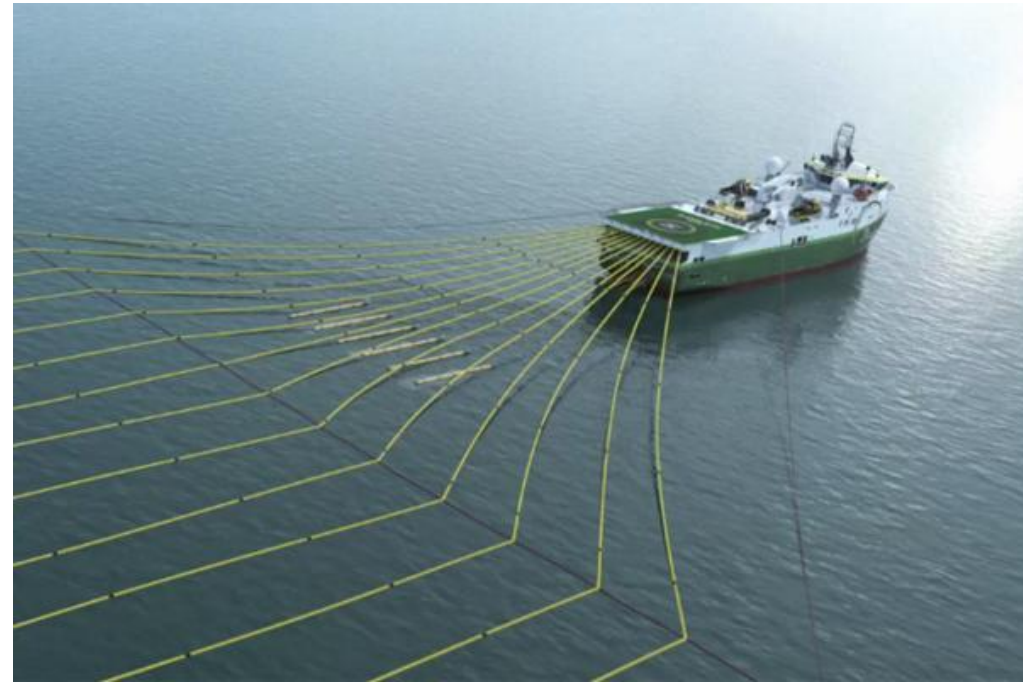






## Сейсмическое зондирование

Наиболее распространенным методом обнаружения газогидратных месторождений является стандартная и высокочастотная сейсмическая разведка. Стандартная сейсморазведка проводится на частотах 30-120 Гц и имеет разрешающую способность до 12-24 м; высокочастотная — проводится на частотах от 250-650 до 1 200 Гц при разрешающей способности до 1-2 м. По данным двухмерной (2-D) сейсморазведки при наличии свободного газа под гидратонасыщенным пластом определяется нижнее положение гидратонасыщенных пород.





## Технологии добычи метана из газогидратов

Добыча метана из газогидратов вызывает затруднения вследствие их твердой формы. Существующие методы опираются на диссоциацию (разделение), при которой газогидраты распадаются на газ и воду. Три основных метода разработки залежей газогидратов включают: разгерметизацию (снижение давления), нагревание и ввод ингибитора З (Рисунок 3). Привлекает внимание технология закачки в пласт углекислого газа. Электромагнитные и акустические методы воздействия на гидратонасыщенную породу пока изучены мало.



# Разгерметизация

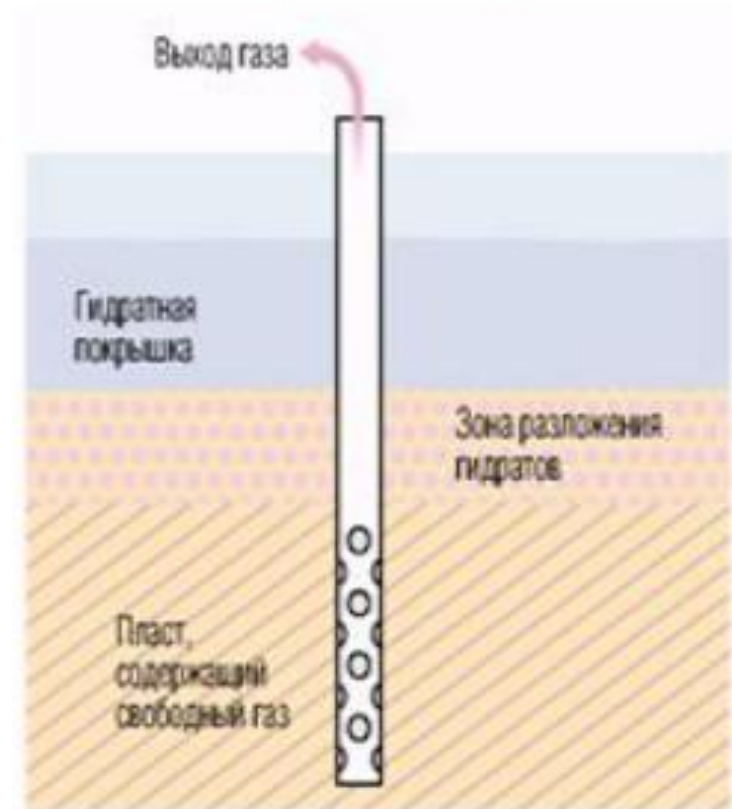
Рисунок 3.1

Наиболее перспективная сегодня технология разработки газогидратных месторождений. Ее суть состоит в искусственном понижении давления в пласте вокруг скважины.

**Преимущества технологии:** сравнительно невысокие затраты; простота процесса извлечения газа (происходит автоматически при создании перепада давления); возможность относительно быстрой добычи больших объемов.

**Ограничения технологии:** при низких температурах высвобождающаяся в ходе разгерметизации вода может замерзнуть и закупорить оборудование.

## (1) Разгерметизация





# Нагревание

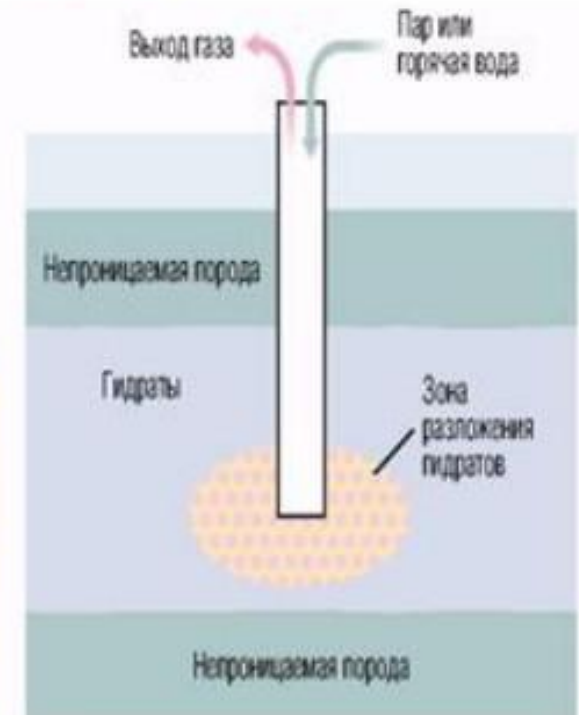
Технология нагревания разделяется на следующие подвиды:

- Нагревание с помощью впрыскивания теплоносителя
- Метод циркуляции горячей воды.
- Метод разложения газовых гидратов с использованием пара или другого нагретого газа или жидкости
- Прямое нагревание с использованием электричества.

**Преимущества технологии:** простота и отсутствие сложной техники.

**Ограничения технологии:** высокие затраты энергии на нагревание и подведение теплоносителя к пласту; невозможность добычи из пластов глубокого залегания; относительно медленное и ограниченное по объемам разделение гидрата метана на газ и воду; необходимость постоянного увеличения объемов подводимой тепловой энергии; требование повышенных мер контроля при добыче газа из пластов в зоне вечной мерзлоты

(2) Нагревание Рисунок 3.2





# Введение ингибитора

Рисунок 3.3

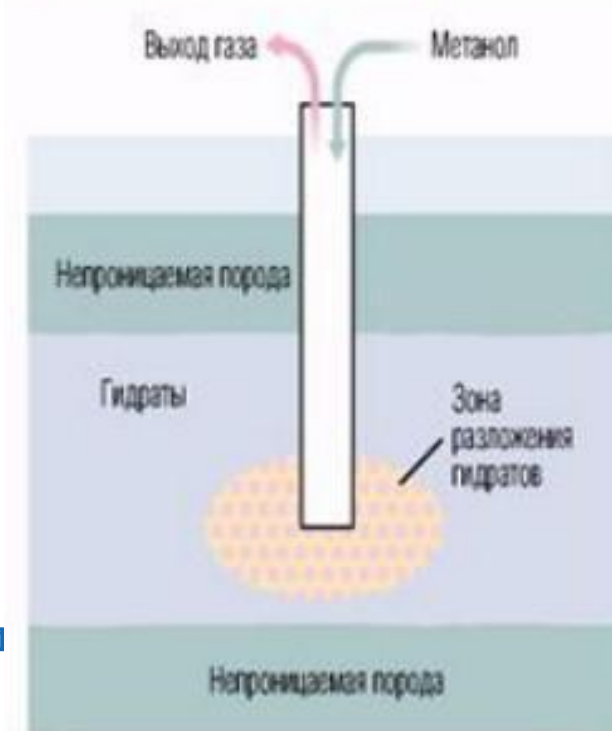
Существует несколько разновидностей данной технологии:

- Подача горячих пересыщенных растворов хлорида или бромида кальция или их смеси под давлением вниз по скважине.
- Подача в зону залегания газовых гидратов относительно теплой морской воды или воды, взятой с уровня выше уровня залегания газовых гидратов.
- Сочетание стадий

**Преимущества технологии:** возможность контроля над объемами добычи газа за счет объемов введения ингибитора; предотвращение замерзания воды, образования гидратов и закупорки оборудования скважины.

**Ограничения технологии:** высокая стоимость; медленное протекание химической реакции ингибитора с газогидратом; экологическая опасность, которую представляют собой ингибиторы (исключая растворы солей)

## (3) Ввод ингибитора





# Стадии развития технологий добычи метана из газогидратов

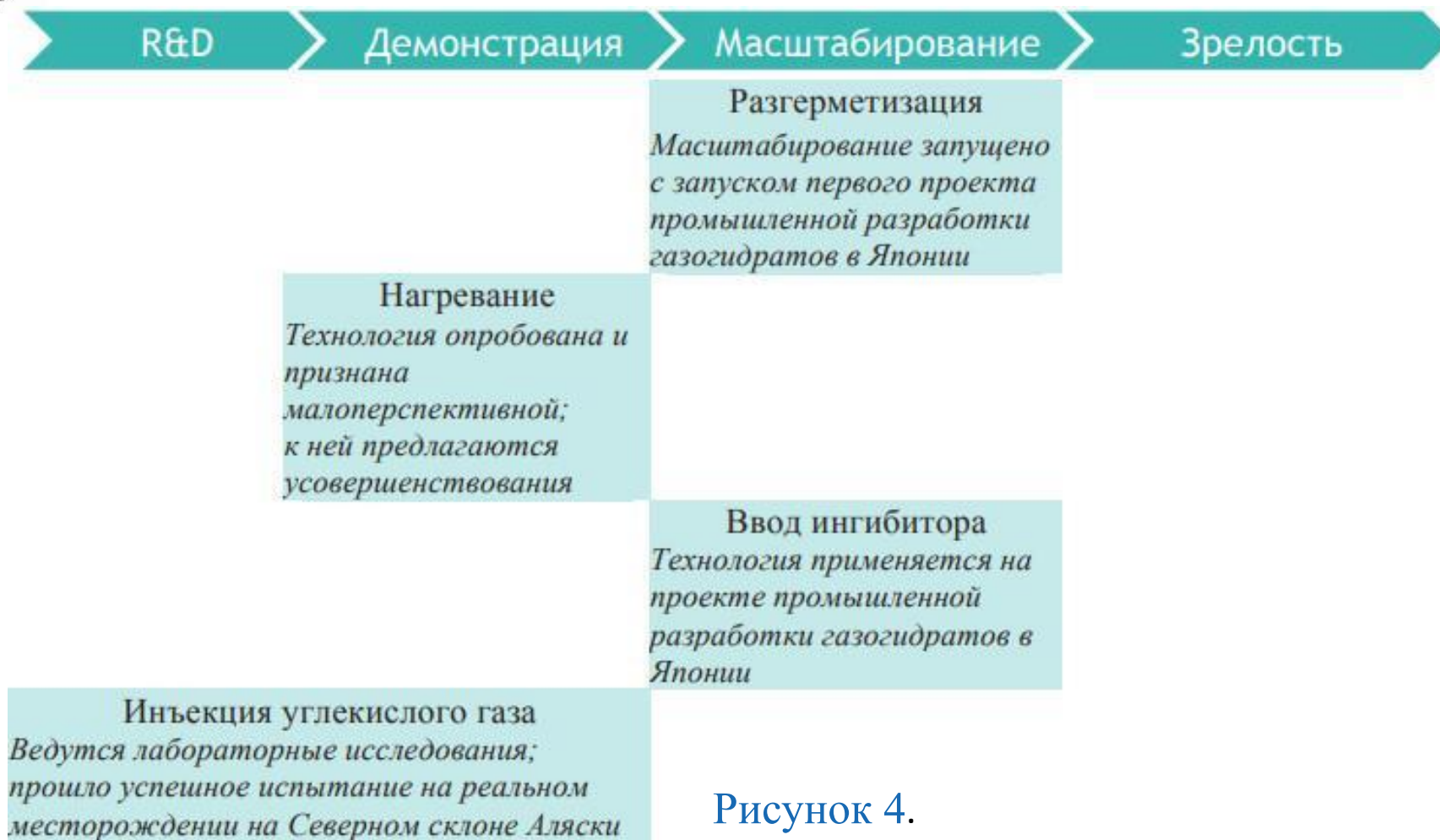


Рисунок 4.



## Характеристика текущего этапа

В промышленном масштабе добыча метана из газогидратных залежей нигде в мире не ведется, и запланирована она только в Японии — на 2018-2019 годы. Тем не менее ряд стран реализуют исследовательские программы. Наиболее активны здесь США, Канада и Япония. Дальше всех в изучении потенциала разработки залежей газогидратов продвинулась Япония. Менее масштабные, но тем не менее заметные исследования газогидратов проводят такие страны, как Южная Корея, Китай и Индия.





## Газогидраты в России

Россия обладает собственными месторождениями газогидратов. Их наличие подтверждено на дне озера Байкал, Черного, Каспийского и Охотского морей, а также на Ямбургском, Бованенковском, Уренгойском, Мессояхском месторождениях.

Среди центров изучения газогидратов в России можно отметить МГУ, Сибирское отделение РАН, ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Университет нефти и газа им. Губкина. В 2003 году прикладные исследования по оценке газогидратного потенциала в России инициировало ОАО «Газпром». Предварительные оценки «Газпрома ВНИИГАЗ» указывают на наличие в стране ресурсов газогидратов в 1 100 трлн. куб. м. В середине 2013 года появилась информация о том, что Дальневосточный геологический институт РАН предложил «Роснефти» изучить возможность добычи газовых гидратов на шельфе Курил, оценивая их потенциал в 87 трлн. куб. м.





## Дальнейшие перспективы отрасли

Стоимость добычи газа из газогидратных залежей зависит от ряда факторов, в первую очередь от геологических условий и применяемой технологии. Ограниченное число как реализованных проектов добычи, так и экономических расчетов подобных проектов затрудняет оценку их средней стоимости.

Существующие данные свидетельствуют о том, что разработка месторождений газогидратов является более дорогостоящей по сравнению с разработкой традиционных месторождений природного газа в силу следующих причин:

- низкая отдача от масштаба;
- необходимость сжатия природного газа с самого начала разработки;
- более высокая стоимость освоения скважин вследствие:

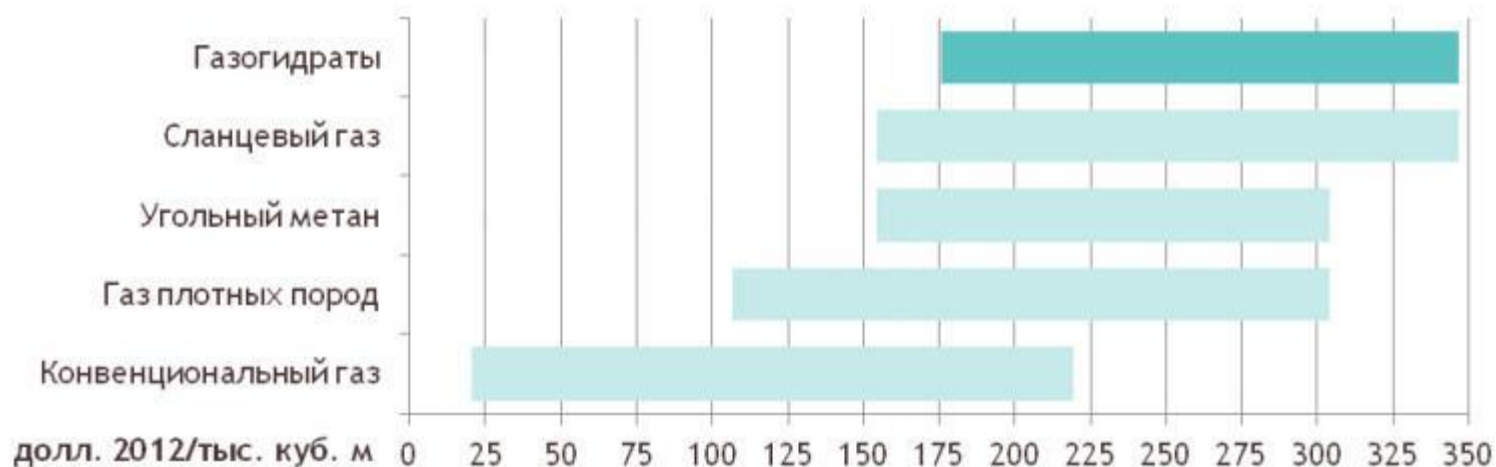
- 1) использования большего количества воды;
- 2) эксплуатации специального оборудования для введения химических элементов и/или локального нагрева для избегания повторного образования газогидратов и закупоривания скважин;
- 3) применения технологий, препятствующих добыче песка.



## Дальнейшие перспективы отрасли

Сравнительные издержки промышленной добычи природного газа

График 1.



Японские разработчики оценивают себестоимость добычи метана из поддонных газогидратов в их проектах на уровне 540 долл./тыс. куб. м, в то время как, по оценкам ИНЭИ-РАН и Аналитического центра, данная технология становится конкурентоспособной только при затратах на добычу ниже 390 долл./тыс. куб. м. По расчетам МЭА, оценочные издержки промышленной разработки месторождений газогидратов могут составить 175-350 долл./тыс. куб. м, что все равно делает их наиболее дорогостоящим из известных способов добычи природного газа (График 1).



# Прогнозы

Как текущие оценки запасов газогидратов, так и текущие оценки экономической эффективности газогидратных проектов требуют накопления информации и уточнений. Неопределенность усиливается в связи с продолжающимся поиском оптимальных технологий разработки газогидратных месторождений. Большинство экспертов сходятся в том, что если «эпоха газовых гидратов» и наступит, то не ранее чем через 10-20 лет.

Региональные цены на газ: США, Европа и Япония, 2000-2035

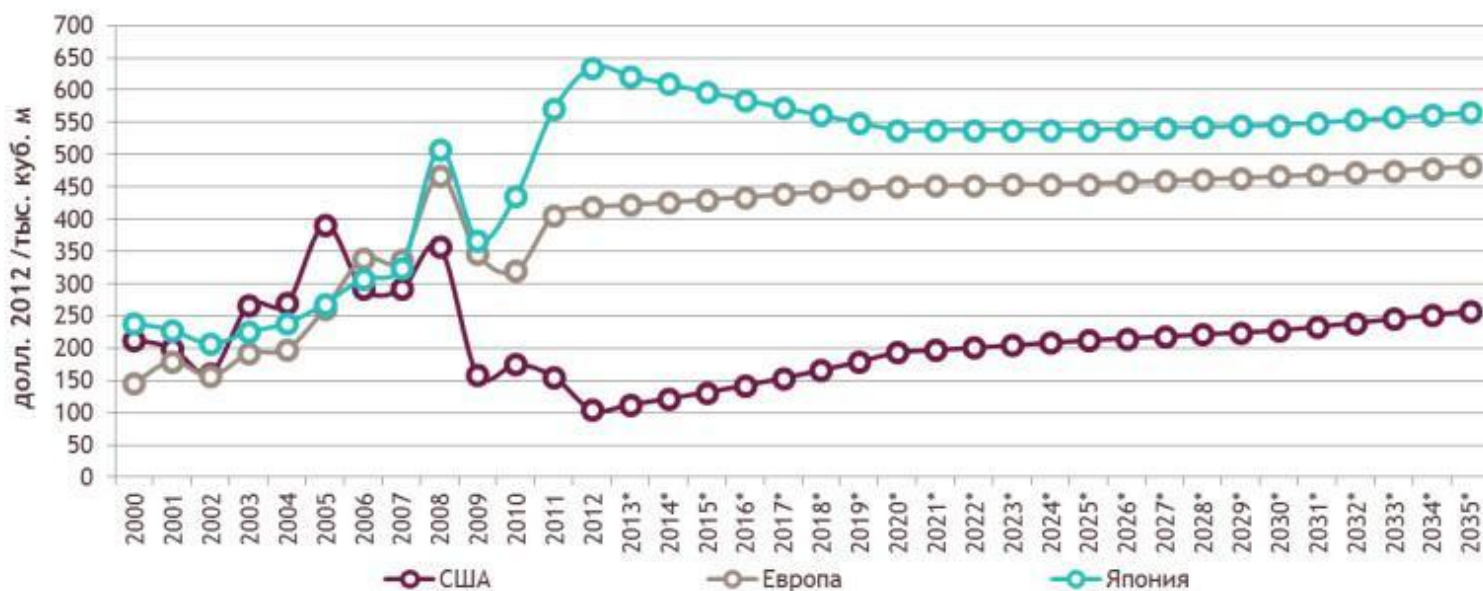


График 2.



## Прогнозы

В дополнение в докладе предложена «дорожная карта» деятельности стран мира по поиску, изучению и опытной добыче газовых гидратов до 2030 года. Геологическая служба США ожидает, что пробная промышленная разработка месторождений газогидратов начнется не ранее 2022 года и в зоне вечной мерзлоты (на канадском месторождении Маллик), а начало разработки глубоководных месторождений (в Японии) последует не ранее 2025 года (Рисунок 5).

«Дорожная карта» по поиску, изучению и опытной добыче газовых гидратов

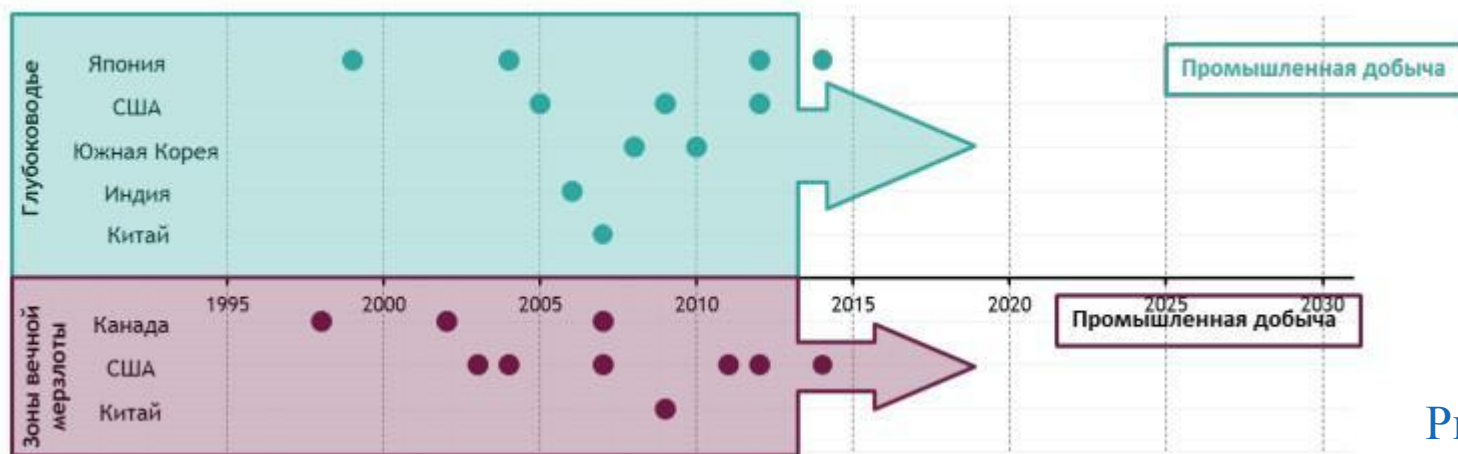


Рисунок 5.



## Экологические риски

Наибольшие опасения высказываются относительно применения ингибиторов. Кроме этого, экологические опасения связаны с прогнозируемым рядом экологов выбросом метана («метангидратное ружье») — быстрым (в течение жизни одного человеческого поколения) распадом гидратов в связи с глобальным потеплением климата и повышением температуры мирового океана. Некоторые экологи считают, что потепление климата может активировать самопроизвольный распад гидратов в ряде областей планеты, и этот дополнительный выброс парниковых газов приведет к дальнейшему потеплению климата, вызывая цепную реакцию в виде ускорения распада гидратов и высвобождения парниковых газов.



# Список источников

1. Resources to Reserves 2013 — Oil, Gas and Coal Technologies for the Energy Markets of the Future / IEA, 2013.
2. Гриценко А.И., Истомина В.А. Сбор и промысловая переработка газов на северных месторождениях России / М.: «Недра», 1999.
3. Софийский И.Ю., Пухлий В.А., Мирошниченко С.Т. Газовые гидраты и энергосберегающие технологии // Сборник научных трудов СГУЭиП, Выпуск 1(37), 2011. С. 169-177.
4. Energy from Gas Hydrates: Assessing the Opportunities and Challenges for Canada / Council of Canadian Academies, 2008.
5. Thakur N.K., Sanjeev R. Exploration of Gas Hydrates: Geophysical Techniques / Springer, 2013.
6. Energy Resource Potential of Methane Hydrate / US DOE Report, 2011.
7. Макогон Ю.Ф. Природные газовые гидраты: распространение, модели образования, ресурсы // Российский химический журнал, т. XLVТI, № 3, 2003.
8. MITEI Natural Gas Report, Supplementary Paper on Methane Hydrates, 2011. URL:
9. Мельгунов М.С., Фенелонов В.Б., Пармон В.Н. Патент Российской Федерации на способ добычи природного газа из газовых гидратов. Номер патента: 2169834. Заявитель: Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, 2001.



**Завершающий слайд**



**Спасибо за внимание!**