

УДК 622.279  
DOI:10.31660/0445-0108-2025-3-122-134  
EDN: TXOWOW

### **Алгоритм выбора стратегии освоения газовых и газоконденсатных месторождений с интеграцией газоперерабатывающих мощностей на этапе концептуального проектирования освоения участков недр**

**Т. Н. Тукмакова<sup>1,2</sup>, А. В. Кряжев<sup>1,2\*</sup>, Е. А.Теребенина<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Тюмень, Россия

<sup>2</sup>Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

\*A\_Kryazhev@vniigaz.gazprom.ru

**Аннотация.** Важной и неотъемлемой частью жизненного цикла месторождений является формирование стратегии их освоения, основные принципы которой закладываются на этапе концептуального проектирования. Принимаемые решения создают фундамент, от которого зависит конечная эффективность реализации проекта в целом. При этом этап концептуального проектирования характеризуется высокой степенью неопределенности.

В настоящее время идет активное освоение нового российского региона газодобычи — Восточной Сибири. Регион не обладает развитой инфраструктурой и таким же ресурсным потенциалом, как Западная Сибирь. Кроме того, значительная часть ресурсного потенциала находится на этапах выбора, поиска и оценки, однако месторождения Восточной Сибири характеризуются богатым на ценные компоненты составом газа. С учетом того, что основными тенденциями, которых придерживаются ключевые газодобывающие компании страны, выступают диверсификация продукции и повышение ее монетизации, становится актуальным на этапе концептуального освоения формировать стратегии, основанные не только на кластеризации месторождений, но и на создании новых газоперерабатывающих мощностей, особенно при высокой удаленности от систем транспорта газа.

В статье на примере Восточно-Сибирского кластера (группы месторождений в Красноярском крае) представлен алгоритм комплексного анализа входных данных, позволяющий осуществлять прогнозную оценку эффективности различных вариантов, ранжировать их по степени потенциальной эффективности и определять состав необходимого оборудования для реализации различных стратегий освоения месторождений.

**Ключевые слова:** стратегия освоения, концептуальный инжиниринг газовых месторождений, сжиженный природный газ, кластеризация месторождений

**Для цитирования:** Тукмакова, Т. Н. Алгоритм выбора стратегии освоения газовых и газоконденсатных месторождений с интеграцией газоперерабатывающих мощностей на этапе концептуального проектирования освоения участков недр / Т. Н. Тукмакова, А. В. Кряжев, Е. А. Теребенина. – DOI 10.31660/0445-0108-2025-3-122-134// Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2025. – № 3. – С. 122–134. – EDN: TXOWOW

### **Algorithm for selecting a development strategy for gas and gas condensate fields with integration of gas processing facilities at the conceptual design stage**

**Tatyana N. Tukmakova<sup>1,2</sup>, Andrey V. Kryazhev<sup>1,2\*</sup>, Ekaterina A. Terebenina<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Gazprom VNIIGAZ LLC, Tyumen, Russia

<sup>2</sup>Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

\*A\_Kryazhev@vniigaz.gazprom.ru

**Abstract.** Developing a field development strategy is a crucial part of a reservoir's lifecycle. Key principles of this strategy established during the conceptual design stage. Decisions made during this early phase lay the groundwork for the overall success and economic efficiency of the project. However, this stage is characterized by a high level of uncertainty.

Currently, the new gas production region in Russia — Eastern Siberia — is experiencing active development. This region lacks developed infrastructure and does not have the same resource base as Western Siberia. Additionally, much of the gas potential in Eastern Siberia remains at the selecting, exploration and evaluation stages.

However, many fields in Eastern Siberia are rich in valuable gas components. Given that the current industry trends towards product diversification and improved monetization, there is an increasing need to formulate development strategies at the conceptual stage.

These strategies are based on not only field clustering but also creating of new gas processing facilities, especially in remote areas that are far from existing gas transportation systems.

This paper presents an algorithm for comprehensive input data analysis using the example of the Eastern Siberian cluster, which consists of a group of fields in Krasnoyarsk Krai. This algorithm facilitates the forecasting and comparative assessment of various development options, ranks them according to potential efficiency, and determines the necessary equipment configuration for implementing the selected field development strategies.

**Keywords:** field development strategy, conceptual engineering for gas fields, liquefied natural gas, field clustering

**For citation:** Tukmakova, T. N., Kryazhev, A. V. & Terebenina, E. A. (2025). Algorithm for selecting a development strategy for gas and gas condensate fields with integration of gas processing facilities at the conceptual design stage. *Oil and Gas Studies*, (3), pp. 122-134. (In Russian). DOI: 10.31660/0445-0108-2025-3-122-134

## Введение

Развитие газовой промышленности Российской Федерации (РФ) характеризуется началом освоения нового перспективного региона газодобычи — Восточной Сибири. После запуска в 2019 году происходит ежегодное увеличение поставок по магистральному газопроводу «Сила Сибири», основная ресурсная база которого — Ковыктинское и Чаяндинское месторождения, обеспечившие объем в 22,7 млрд м<sup>3</sup> газа в 2023 году (рис. 1)<sup>1</sup>.

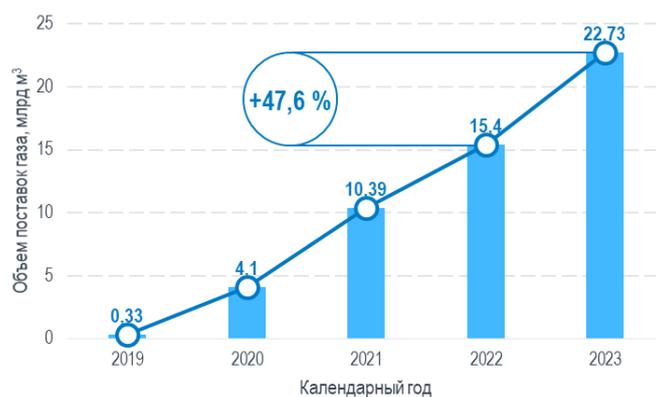


Рис. 1. Динамика поставок газа по магистральному газопроводу «Сила Сибири»

<sup>1</sup> Годовой отчет ПАО «Газпром» за 2023 год.

В регионе активно проводятся геологоразведочные работы, о чем свидетельствует изменение запасов газа, числящихся на госбалансе в трех основных газодобывающих субъектах региона: Красноярский край, Иркутская область, Республика Саха (Якутия) (рис. 2).

Помимо освоения новых регионов, один из основных трендов газовой отрасли России — стремление недропользователей к повышению монетизации продукции и диверсификации активов путем создания новых газоперерабатывающих мощностей. За последние годы газодобывающие компании активно инвестируют в производство сжиженного природного газа (СПГ) (в том числе в мало- и среднетоннажное) и создание газохимических кластеров на территории РФ (рис. 3).

При этом треть проектов нацелена на ресурсный потенциал Восточной Сибири, характеризующийся многокомпонентным составом газа с высоким содержанием неуглеводородных компонентов, таких как азот и гелий, и находящийся на стадиях: выбор, поиск и разведка.



Рис. 2. Запасы категории А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub>, состоящие на Госбалансе в Иркутской области, Красноярском крае и Республике Саха (Якутия)

Реализация таких проектов непосредственно на месторождениях требует междисциплинарного взаимодействия на этапе концептуального освоения месторождения, на котором осуществляется предынвестиционное исследование (оценка рентабельности и жизнеспособности проекта).

При этом систематизированные подходы по анализу возможности реализации стратегий освоения месторождений в научной литературе не отражены. Однако специалистами ООО «Газпром ВНИИГАЗ» разработаны методические подходы по оценке прогнозной экономической перспективности освоения участков недр путем вычисления интегрального показателя потенциала<sup>2</sup>. Часть критериев, предложенных в данном подходе, использована в статье.

<sup>2</sup> ООО Газпром ВНИИГАЗ Методические подходы к оценке технико-экономических параметров освоения участков нераспределенного фонда недр в Восточной Сибири с учетом возможности формирования регионально-технологических кластеров.



Рис. 3. Дорожная карта запуска газоперерабатывающих проектов на территории Российской Федерации

### Критерии, влияющие на формирование стратегии освоения

Предлагаемые авторами критерии позволяют определить ресурсный потенциал, освоение которого потенциально экономически эффективно, а также оценить риски при реализации освоения объектов исследования на этапе концептуального проектирования освоения месторождения, характеризующегося недостатком входной информации и высокой степенью рисков. При этом критерии подразделяются на следующие группы:

- 1) географические показатели (транспортная инфраструктура, трубопроводная инфраструктура, электрообеспечение, возможность совместного предприятия);
- 2) геологические показатели (количество этажей нефтегазоносности, тип ловушек, средневзвешенная глубина запасов для проектирования, тип коллектора, фильтрационно-емкостные свойства пластов  $k^*h$ );
- 3) показатели минерально-сырьевой базы (запасы газа, принятые для проектирования, плотность запасов газа);
- 4) технологические показатели (критерий оценки металлоемкости добычи  $k^*h/N$ , сложность сбора и подготовки газа по фазовому состоянию залежей);
- 5) сложность подготовки продукции по компонентному составу;
- 6) показатели геолого-геофизической изученности (разведанность запасов);
- 7) прочие (принадлежность участка).

Эти критерии позволяют провести оценку прогнозной экономической эффективности и предполагаемых рисков.

На основе вышперечисленных критериев в рамках настоящей статьи образованы следующие группы, оказывающие наибольшее влияние на формирование стратегии освоения:

- 1) МСБ и геологические показатели;
- 2) инфраструктура;
- 3) состав газа;

Группа критериев минерально-сырьевой базы (МСБ) и геологические показатели характеризуют подземную часть проекта, а именно величину и плотность запасов, отвечающую за их объем и распределение по площади в недрах Земли, тип строения (массивные, пластово-сводовые, тектонически экранированные, литолого-стратиграфические или с очень сложным строением), количество этажей нефтегазоносности — число продуктивных этажей на участке недр, средневзвешенную глубину запасов для проектирования. Последний критерий характеризует удаленность залегания запасов от поверхности земли, тип коллектора (терригенный, поровый, трещинно-поровый и др.), фильтрационно-емкостные свойства (величина, равняющаяся произведению эффективной нефтегазонасыщенной толщины и проницаемости коллектора).

В группу критериев инфраструктуры входят трубопроводная инфраструктура, характеризующая степень удаленности объекта освоения от близлежащей системы магистральных газопроводов. Доступность береговой линии характеризует доступность к морскому побережью для дальнейшей транспортировки жидких углеводородных продуктов. Отдаленность действующих промыслов характеризует возможность подключения к существующим мощностям по подготовке газа на соседних месторождениях. Транспортная инфраструктура характеризует степень развитости в окрестностях объекта исследования дорожной и ж/д инфраструктуры.

Группа критериев, характеризующих состав газа, играет ключевую роль при формировании оборудования, необходимого для освоения участка недр. Критерии, входящие в этот массив, зависят от компонента и его мольной доли в составе газа. К таким компонентам относятся: этан, пропан, бутаны, гелий, азот, сера, диоксид углерода и углеводородные компоненты  $C_{5+}$ .

Учет этих критериев позволяет сформировать конечные цели освоения месторождения: рынок сбыта, перечень товарной продукции и объекты внешнего транспорта.

#### **Алгоритм выбора стратегии освоения с созданием газоперерабатывающих мощностей**

Для оптимизации определения потенциально перспективных стратегий освоения участков недр разработан алгоритм, включающий как ранжирование критериев, так и алгоритмизацию выбора оборудования. Цель алгоритма — определение состава оборудования, от которого и зависит определение типа стратегии.

В общем виде алгоритм состоит из четырех основных блоков, представленных на рисунке 4.



Рис. 4. Алгоритм определения стратегии освоения

#### Оценка и анализ МСБ и геологических показателей

Оценка МСБ и геологических показателей осуществляется с помощью ранг-рейтинговой таблицы, каждый критерий обладает своим индивидуальным рангом и оценкой.

Критерии отобраны на основе анализа существующих проектов по формированию стратегий освоения месторождений.

Наивысшим рангом обладает критерий, характеризующий запасы газа, так как оказывает наибольшее влияние на конечную рентабельность проекта. Остальные критерии оцениваются равнозначно.

Диапазон оценок сформирован на основе анализа реализации стратегий на действующих месторождениях.

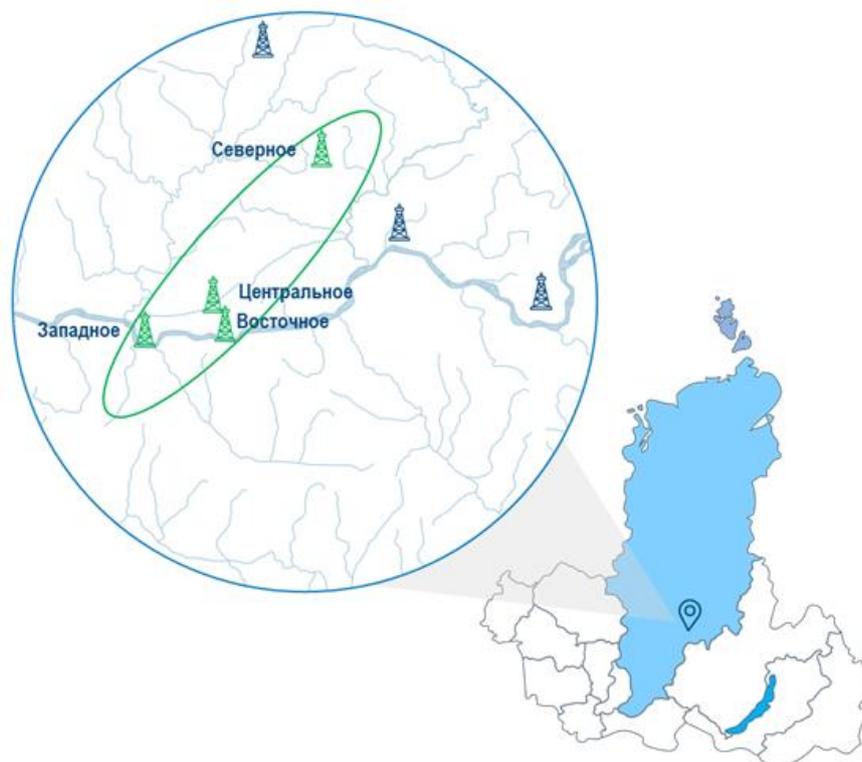
В качестве объекта исследования выбран Восточно-Сибирский кластер (ВСК), расположенный в Красноярском крае (рис. 5).

По результатам оценки состояния МСБ и геологических показателей определяется коэффициент МСБ и геологии по формуле

$$K_{\text{МГ}} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Ранг}_i * \text{Оценка}_i}{\sum_{i=1}^n \text{Ранг}_i} . \quad (1)$$

Этот коэффициент характеризует сложность геологического строения и объем запасов по объекту исследования, что позволяет предварительно оценить масштаб инвестиций, требуемых для реализации проекта.

Для месторождений Восточно-Сибирского кластера анализ и оценка МСБ и геологических показателей представлены в таблице 1. В целом для кластера  $K_{\text{МГ}}$  равен 0,51. Этот результат характеризует месторождения кластера как объекты с приемлемыми геологическими условиями.



## Особенности:

### Богатый компонентный состав газа

- Метан  $\approx 80,6$  %, Этан  $\approx 2,7$  %, Пропан  $\approx 0,6$  %, Бутаны  $\approx 0,3$  %, Гелия  $\approx 0,3$  %, Азота  $\approx 13,9$  %, Диоксид углерода  $\approx 1,16$  %

### Инфраструктурные особенности

- Расстояние до близлежащей системы газопроводов – 285 км
- Расстояние до близлежащей ж/д станции – 35 км

### Лицензионные обязательства

- Выполнить геологоразведочные работы, утвердить проектные документы и ввести в разработку Западный участок недр до 2031, Центральный и Северный до 2033

### Целевые потребители:

- Газ не соответствует ГОСТ 5542-2014 по калорийности, поэтому для газификации необходимо разрешение надзорных органов на реализацию такого газа населению или переработка газа
- Население близлежащих населенных пунктов составляет на 2022 год составляет 27 646 человек

*Рис. 5. Характеристика объекта исследования*

## Оценка и анализ перспектив транспорта газа

Второй этап в алгоритме по определению стратегии — оценка и анализ инфраструктуры, необходимой для транспорта газа.

Следует определить коэффициенты, характеризующие отдаленность от ключевых транспортных артерий:

$K_1$  — отдаленность трубопроводная инфраструктура;

$K_2$  — мобильный транспорт;

$K_3$  — использование действующих промыслов;

$K_4$  — доступ к береговой линии.

Критерии, оценка и ранг обоснованы аналогичными принципами, заложенными в этапе: оценка и анализ МСБ и геологических показателей.

Таблица 1

**Ранг-рейтинговая таблица геологических и МСБ критериев**

| №<br>№ | Критерий   | Оценка | 1             | 0,8                                  | 0,6  | 0,4   | 0,2                    | ВСК |
|--------|--|--------|---------------|--------------------------------------|--|---|------------------------|-----|
|        |  | Ранг   |               |                                      |  |   |                        |     |
| 1      | Запасы, принятые для проектирования, млрд м <sup>3</sup> * | 3      | > 1000        | 500–1000                             | 200–500  | 50–200  | < 50                   | 0,4 |
| 2      | Плотность запасов, млн м <sup>3</sup> / км <sup>2</sup> *  | 1      | > 500         | 150–500                              | 100–150  | 50–100  | < 50                   | 0,4 |
| 3      | Преимущественный тип ловушек*                              | 1      | Массивные     | Пластово-сводовые                    | Тектонически экранированные  | Литолого-стратиграфические                          | Очень сложное строение | 0,8 |
| 4      | Глубина залегания, м*                                      | 1      | До 1,5 км     | 1,5–2 км                             | 2–3 км   | 3–4 км  | Более 4 км             | 0,6 |
| 5      | Тип коллектора*  | 1      | Поровый       | Преимущественно поровый, терригенный | Трещинно-поровый, каверново-поровый, трещинно-каверново-поровый, карбонатный, порово-трещинный | Преимущественно с вторичной пористостью, каверновый | Кавернозно-трещинный   | 0,8 |
| 6      | ФЕС, к*h, мД*м*  | 1      | Более 5 000   | 500–5 000                            | 50–500   | 10–50   | Менее 10               | 0,6 |
| 7      | Количество этажей нефтегазонасыщенности*                   | 1      | Более четырех | Четыре                               | Три  | Два   | Один                   | 0,2 |

Для Восточно-Сибирского кластера высокий промежуточный коэффициент транспортной инфраструктуры — 0,8. Доступ к береговой линии

оценен нулевым значением, так как Восточно-Сибирский кластер расположен глубоко в континентальной части материка и рассмотрение морского транспорта нецелесообразно (табл. 2).

Таблица 2

**Ранг-рейтинговая таблица оценки перспектив транспорта**

| № | Критерий                            | Оценка |  |  |   |  | ВСК  |     |
|---|-------------------------------------|--------|--|--|---|--|--|-----|
|   |                                     | Ранг/R | 1  | 0,8  | 0,6   | 0,4  |  | 0,2 |
| 1 | МСБ и геология                      | 3      | Результат оценки МСБ и геологии, $K_1$             |  |   |  | 0,51   |     |
| 2 | Трубопроводная инфраструктура*      | 2      | Газопровод проходит через ЛУ                       | Газопровод проходит или планируется строительство на расстоянии до 50 км от границы ЛУ | Газопровод проходит или планируется строительство на расстоянии от 51 до 100 км от границы ЛУ | Газопровод проходит или планируется строительство на расстоянии от 101 до 150 км от границы ЛУ | Газопровод проходит на расстоянии более 150 км от границы ЛУ или очень сложные условия строительства | 0,2 |
| 3 | Транспортная инфраструктура         | 2      | Ж/Д, автодорога(и) с твердым покрытием на ЛУ       | Автодороги с твердым покрытием на ЛУ, Ж/Д станции на расстоянии до 80 км               | Автодороги с твердым покрытием на ЛУ, Ж/Д станции на расстоянии более 80 км                   | На ЛУ имеются грунтовые дороги, просеки, зимники   | Дорог нет, зимники   | 0,8 |
| 4 | Использование действующих промыслов | 2      | В радиусе 25 км есть разрабатываемое месторождение | В радиусе 50 км есть разрабатываемое месторождение                                     | В радиусе 75 км есть разрабатываемое месторождение  | В радиусе 100 км есть разрабатываемое месторождение  | В радиусе 100 км нет месторождений   | 0,2 |
| 5 | Доступ к береговой линии            | 2      | Береговая линия примыкает к ЛУ                     | В радиусе 25 км есть береговая линия   | В радиусе 50 км есть береговая линия  | В радиусе 75 км есть береговая линия   | >75 км до береговой линии  | 0   |

### Определение состава оборудования и выборка перспективных стратегий освоения

Для определения вспомогательных коэффициентов ( $K_{гп}$  — коэффициент трубопроводного транспорта,  $K_t$  — коэффициент транспортной инфраструктуры,  $K_{дп}$  — коэффициент действующих промыслов, коэффициент доступа к береговой линии  $K_{бл}$ ), используемых в последующих алгоритмах, применяются следующие формулы:

$$K_{\Gamma\Pi} = \frac{K_{\text{MГ}} * R_{\text{MГ}} + K_1 * R_1}{R_{\text{MГ}} + R_1} \quad (2)$$

$$K_{\text{T}} = \frac{K_{\text{MГ}} * R_{\text{MГ}} + K_2 * R_2}{R_{\text{MГ}} + R_2} \quad (3)$$

$$K_{\text{ДП}} = \frac{K_{\text{MГ}} * R_{\text{MГ}} + K_3 * R_3}{R_{\text{MГ}} + R_3} \quad (4)$$

$$K_{\text{MГ}} = \frac{K_{\text{MГ}} * R_{\text{MГ}} + K_4 * R_4}{R_{\text{MГ}} + R_4} \quad (5)$$

Эти коэффициенты позволяют оценить перспективы использования различных видов транспорта с учетом геологических условий объекта исследования (при значении коэффициента менее 0,5 рассматриваемый вид транспорта товарной продукции имеет низкую прогнозную экономическую эффективность) и используются в разработанных в рамках рассматриваемой статьи алгоритмов по определению технологической возможности применения видов транспорта товарной продукции.

Алгоритмы основаны на анализе компонентного состава природного газа, от которого зависит состав оборудования, необходимого для освоения объекта исследования (помимо установки комплексной подготовки газа (УКПГ)). При этом отметим, что концентрация компонентов в составе газа обоснована стандартом ПАО «Газпром»<sup>3</sup> и ГОСТ<sup>4</sup> (рис. 6–8).

Таким образом, для Восточно-Сибирского кластера высокой прогнозной способностью является стратегия освоения, основанная на производстве СПГ и транспортировкой ее ж/д транспортом. При этом необходимый состав оборудования состоит из СПГ-завода, установки стабилизации конденсата (УСК) и поглощающей скважины.

### **Технико-экономический расчет стратегий**

В рамках проведенного исследования и целевой программы проведения геологоразведочных работ и лицензирования новых территорий в Красноярском крае на период 2023–2033 гг.<sup>5</sup> проведен технико-экономический расчет двух вариантов стратегии освоения: строительство СПГ-завода на ж/д станции. Таежная и реализация товарного газа трубопроводным транспортом в систему ВСГ.

<sup>3</sup> СТО Газпром 089-2010 «Газ горючий природный поставляемый и транспортируемый по магистральным газопроводам. Технические условия

<sup>4</sup> ГОСТ 34894 – 2022 Газ природный сжиженный. Технические условия, Москва, Российский институт стандартизации, 2022

<sup>5</sup> ООО Газпром ВНИИГАЗ. Целевая программа проведения геологоразведочных работ и лицензирования новых территорий в Красноярском крае на период 2023–2033 гг.

Расчет технологических показателей разработки осуществлялся в соответствии с «Временной методикой оценки технологических ...»<sup>6</sup>, экономические показатели рассчитывались в соответствии с СТО Газпром 2-3.1-1279-2022...»<sup>7</sup>.

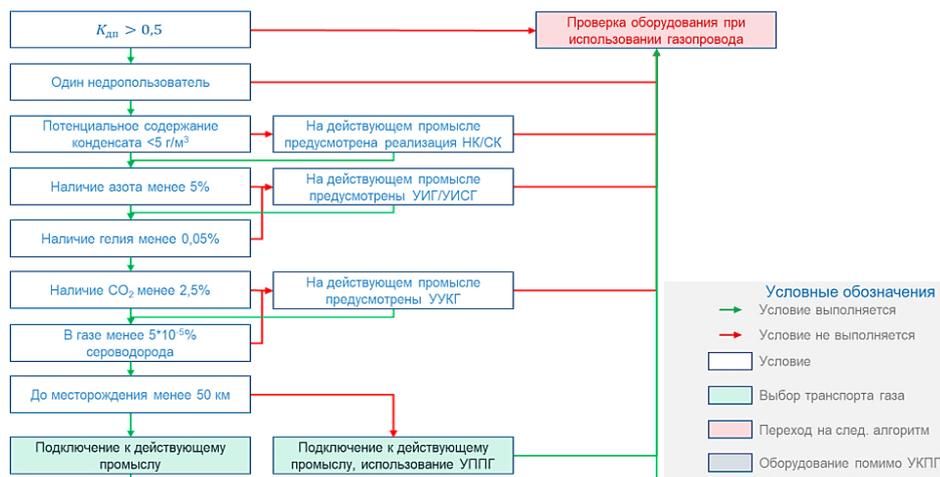


Рис. 6. Анализ возможности использования мощностей соседних месторождений

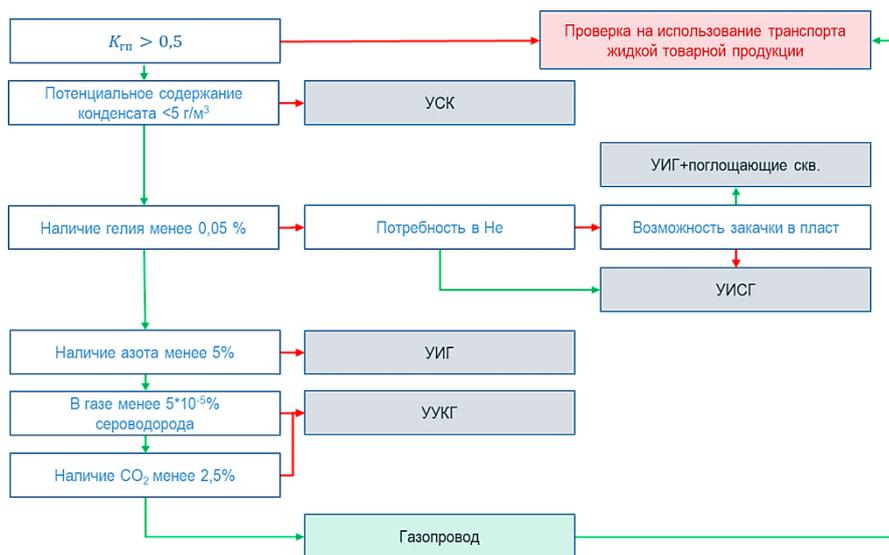


Рис. 7. Определение необходимого оборудования при трубопроводном транспорте газа

<sup>6</sup> Временная методика оценки технологических коэффициентов извлечения газа и конденсата для разведываемых месторождений (протокол заседания секции УВС экспертно-технического совета ГКЗ от 05.12.2018 № 19).

<sup>7</sup> СТО Газпром 2-3.1-1279-2022. Методика оценки эффективности геологоразведочных работ.

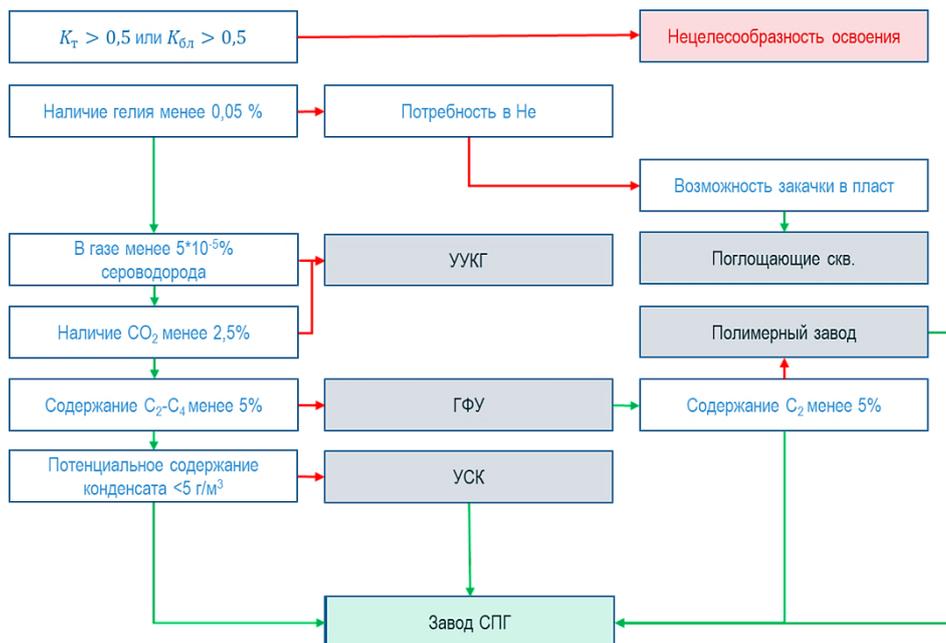


Рис. 8. Определение необходимого оборудования при мобильном транспорте газа

В результате чего вариант с производством СПГ достигает корпоративных требований по доходности и является экономически эффективным, при этом вариант с трубопроводным транспортом газа характеризуется отрицательными экономическими показателями [5].

### Выводы

Представленный подход к формированию стратегий освоения газовых месторождений обеспечил достоверную прогнозную оценку и позволил сформировать перечень оборудования, необходимого, в дополнение к УКПГ, для освоения Восточно-Сибирского кластера.

Однако стоит отметить, что каждый проект по освоению газовых и газоконденсатных месторождений имеет уникальные особенности, вносящие существенные коррективы в формирование стратегии освоения, и что этап концептуального проектирования освоения месторождений характеризуется высокой степенью неопределенности. Но этот подход прошел апробацию на различных объектах ПАО «Газпром» и нераспределенном фонде недр. По результатам апробации и предложен настоящий подход к формированию стратегий освоения месторождений.

Использование предложенного алгоритма позволяет:

- оценить геологические, инфраструктурные особенности объекта исследования;
- прогнозировать потенциальную экономическую эффективность различных путей сбыта товарной продукции;

- достоверно определять в дополнение к УКПГ список необходимого оборудования для реализации стратегии;
- проводить ранжирование потенциально применимых стратегий.

#### **Информация об авторах / Information about the authors**

**Тукмакова Татьяна Нуриахметовна**, кандидат технических наук, доцент базовой кафедры ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Тюменский индустриальный университет. Главный эксперт Центра технико-технологических решений по освоению новых месторождений ООО «Газпром ВНИИГАЗ», г. Тюмень

**Tatyana N. Tukmakova**, Candidate of Engineering, Associate Professor of the Basic Department of Gazprom VNIIGAZ LLC, Industrial University of Tyumen. Chief Expert of the Center for Technical and Technological Solutions for the Development of New Fields Gazprom VNIIGAZ LLC

**Кряжев Андрей Владимирович**, инженер Отдела концептуального проектирования освоения участков недр (г. Тюмень), Корпоративного научно-технического центра освоения новых месторождений и участков недр ООО «Газпром ВНИИГАЗ», магистрант базовой кафедры ООО «Газпром ВНИИГАЗ» Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

**Andrey V. Kryazhev**, Gazprom VNIIGAZ LLC, Engineer of the Department of Conceptual Design for the Development of Subsoil Sites (Tyumen) of the Corporate Scientific and Technical Center for the Development of New Deposits and Subsoil Sites, Industrial University of Tyumen, Master's Student of the Basic Department of Gazprom VNIIGAZ LLC

**Теребенина Екатерина Александровна**, ООО «Газпром ВНИИГАЗ», инженер Отдела концептуального проектирования освоения участков недр (г. Тюмень) Корпоративного научно-технического центра освоения новых месторождений и участков недр, Тюменский индустриальный университет, магистрант базовой кафедры ООО «Газпром ВНИИГАЗ», г. Тюмень

**Ekaterina A. Terebenina**, Gazprom VNIIGAZ LLC, Engineer of the Department of Conceptual Design for the Development of Subsoil Areas (Tyumen) of the Corporate Scientific and Technical Center for the Development of New Deposits and Subsoil Areas, Industrial University of Tyumen, Master's Student of the Basic Department of Gazprom VNIIGAZ LLC

Статья поступила в редакцию 10.10.2024; одобрена после рецензирования 17.10.2024; принята к публикации 22.10.2024.

The article was submitted 10.10.2024; approved after reviewing 17.10.2024; accepted for publication 22.10.2024.