Кластерные модели способов утилизации попутного нефтяного газа

Кренёв Александр Станиславович
кандидат экономических наук, главный специалист, Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина Кольского научного центра РАН, a.krenyov@gmail.com

Статья посвящена обоснованию возможности формирования кластерных моделей в рамках процесса утилизации попутного нефтяного газа. Кластерные модели позволяют реализовывать большое количество инновационных и инвестиционных проектов, направленных на повышение конкурентоспособности промышленных секторов и предприятий. Задачи по становлению масштабных преобразований в нефтегазовом комплексе, связанных с утилизацией попутного нефтяного газа, могут способствовать созданию производств глубокой переработки и повышать инновационность промышленности. Отличающаяся глубина изменений и сложность технологических процессов диктует разные модели кластеров. В статье сформировано концептуальное видение моделей кластеров утилизации попутного нефтяного газа. Определены ключевые факторы успеха реализации проектов. Обоснована экономическая эффективность проектов в рамках различных кластерных моделей. На основе предложенных критериев сравнения сопоставлены кластеры, формирующиеся в рамках различных технологических цепочек.

Ключевые слова: кластеры, концептуальные модели, эффективность, попутный нефтяной газ, переработка углеводородов, газохимиия, экономическая оценка, инвестиции.

Введение

Сжигание попутного нефтяного газа (ПНГ) наносит существенный ущерб экосистемам (загрязнение атмосферы, деградация почв, нарушение водных ресурсов) и ведет к потере ценного углеводородного сырья. В условиях глобальных тенденций в промышленности, направленных на ресурсоэффективность и низкоуглеродное развитие, проблема утилизации ПНГ стоит особенно остро. На сегодняшний день накоплен успешный опыт полезного использования ПНГ, например, закачка в пласт с целью повышения нефтеотдачи, генерация электроэнергии для собственных нужд нефтегазопромысла, производство товарной химической продукции [1-3].

Для решения задач утилизации ПНГ можно использовать кластерные модели, которые должны создавать производства, объединяющие несколько нефтяных месторождений, перерабатывающие мощности и других заинтересованных сторон, включая бизнес смежных отраслей.

С точки зрения прагматичного подхода и экономической целесообразности, кластерные модели могут выступать высокоэффективной формой организации производств [4]. Кластеры способны объединять разнородные ресурсы для рентабельной утилизации нефтяного газа.

При этом представляется целесообразным выделить экономические преимущества нефтегазовых кластеров утилизации ПНГ:

*Преодоление проблемы рассредоточенности ресурсов***.** Главная проблема экономически целесообразного использования ПНГ – его малые объемы на отдельных, часто удаленных месторождениях. Строительство конкретного завода для одного месторождения зачастую экономически нецелесообразно. Кластерные модели могут быть направлены на создание промышленных объектов по сбору ПНГ с нескольких промыслов, формируя необходимый объем вторичного углеводородного сырья для запуска рентабельных производств, например, по выпуску полимеров или синтезу жидкого топлива.

Эффект масштаба и синергия. Совместное использование транспортно-логистической инфраструктуры (электросетей, дорог, объектов хранения) позволит снижать удельные инвестиционные и эксплуатационные затраты достигая при этом синергического эффекта.

Диверсификация продуктов. Промышленный кластер при условии глубокой переработки ПНГ позволяет выпускать широкий спектр продуктов газохимии, а также может использовать ПНГ и для генерации энергии.

Создание смежных производств. Вокруг кластера утилизации ПНГ естественным образом формируются предприятия малого и среднего бизнеса (преимущественного сервисного или научно-консалтинговых направлений). Новые организации должны придавать импульс ускоренного социально-экономического развития территории.

5.Экологический эффект. Полезное использование ПНГ способствует снижению выбросов вредных веществ и парниковых газов в атмосферу, что решает эколого-климатические задачи [5].

Цель настоящего исследования состоит в концептуальном моделировании кластеров утилизации ПНГ и обосновании экономических и социальных характеристик кластерных моделей в зависимости от способа утилизации попутного нефтяного газа.

Задачи исследования:

Предложить модели кластеров в зависимости от способа утилизации.

Выполнить сравнительный анализ кластеров по сформированным критериям.

Оценить экономическую эффективность кластерных моделей.

Предметом исследования выступает концептуальное моделирование и экономическая эффективность кластерных моделей по утилизации ПНГ.

Научная новизна заключается в концептуальном обосновании экономических, технических и социальных характеристик разнородных и разномасштабных кластерных моделей утилизации ПНГ.

Практическая значимость определяется возможностью применения предложенных решений при обосновании и реализации проектов утилизации ПНГ.

Материалы и методы

Для достижения поставленной цели был применен комплекс научно-аналитических методов.

Выполнена оценка состояния проблемы утилизации ПНГ на основе стратегического и отраслевого анализа.

Использовались теоретические подходы к формированию кластеров на основе трудов М. Портера, описывающие географически сосредоточенные взаимосвязанные компании, специализированных поставщиков и связанные институты развития. Во многом такой подход определяет структуру самого кластера – «системообразующее ядро – промышленные и сервисные компании – инфраструктура» [6,7].

Концептуальные модели построены с помощью метода структурно-функционального анализа, который наделяет каждый блок конкретной функцией, то есть ядро кластера задаёт направление, инфраструктура

обеспечивает производственно-хозяйственную деятельность, участники реализуют инвестиционные проекты.

Также применялся метод декомпозиции системы, позволивший выполнить разделение сложного объекта (промышленного кластера) на составные элементы.

Метод анализа цепочки создания ценности обосновывал «полный цикл переработки» углеводородного сырья.

Для оценки экономической эффективности инвестиционного проекта был применен метод кумулятивного построения ставки дисконтирования, позволяющий учесть специфические риски, характерные для нефтегазовых и нефтегазохимических проектов. Расчет экономической эффективности проекта осуществлялся с помощью классических методов экономической оценки инвестиционного проекта.

Результаты и дискуссия

Рассмотрим различные способы полезного использования ПНГ [8-10].

1.Обратная закачка в нефтяной пласт. Попутный газ утилизируется из факельной трубы и снова закачивается либо в разрабатываемые пласты для увеличения нефтеотдачи и поддержания пластового давления, либо в другие подходящие, как правило, недалеко расположенные истощенные пласты, для временного или постоянного хранения.

Успешность увеличения нефтеотдачи пластов с помощью обратной закачки ПНГ будет зависеть от различных параметров, включая эффективность вытеснения и эффективность воздушного охвата по сравнению с другими закачиваемыми реагентами (например, CO_2 или H_2O). Необходимо отметить, что геология пластов может значительно различаться между нефтегазовыми регионами и отдельными месторождениями, при этом следует отметить, что многие пласты не подходят для обратной закачки из-за потенциальных проблем, связанных с промышленной безопасностью.

Закачка в пласт решает и экологически задачи по сокращению выбросов парниковых газов в атмосферу.

2. *Неглубокая и глубокая переработка*

Процесс переработки попутного нефтяного газа в продукты газохимии осуществляется путем отделения газа от воды и нефти, затем происходит предварительная переработка и отправка на газоперерабатывающий завод (ГПЗ). На ГПЗ попутный нефтяной газ повторно перерабатывают и выделяют из него легкие фракции газов, таких как: углеводороды, сухой обензиненный газ (СОГ), смесь метана и пропана.

В результате газофракционирования из широкой фракции легких углеводородов (ШФЛУ) выделяют газовые смеси, используемые в дальнейшем в качестве топлива или в качестве сырья для газохимии (бензин газовый стабильный (БГС) и сжиженные углеводородные газы (СУГ)). На этом заканчивается процесс неглубокой переработки.

Далее на ГПЗ газ проходит еще одну стадию переработки, она является частью глубокой переработки попутного нефтяного газа. Эта стадия переработки включает пиролиз, дегидрирование и полимеризацию. По результатам глубокой переработки могут выпускаться такие продукты как: этилен, пропилен, полиэтилен и др.

По данным ряда исследователей спрос на продукты газохимии до 2030 г. будет расти. Ожидается, что увеличение спроса продолжится под влиянием таких факторов, как рост численности населения в мире, рост благосостояния населения, продолжающаяся урбанизация и нарастание объёмов замещения материалов [11, 12, 13]

Полимеры активно вытесняют традиционные материалы в строительстве, машиностроении и энергетике благодаря оптимальному соотношению цены и эксплуатационных качеств.

Дополнительной движущей силой рынка выступает урбанизация, поскольку она повышает потребность в более дешевых стройматериалах и увеличивает уровень потребления нефтегазохимической продукции на душу населения.

Российские нефтегазовые компании обладают существенным производственно-ресурсным потенциалом для развития газохимии благодаря богатым запасам углеводородов и уже функционирующей транспортной и энергетической инфраструктуре. Это позволяет диверсифицировать бизнес, обеспечить внутренний рынок и выйти на экспорт с продукцией высокой добавленной стоимости. Успешными примерами такой интеграции уже служат Поволжский и Западно-Сибирский кластеры, а в перспективе ожидается развитие Ямальского проекта [14].

На основе анализа литературы и существующих проектов, представляется оправданным выделить кластерные модели для каждого способа утилизации ПНГ:

1. Дескриптивная *модель кластера полезного использования ПНГ для повышения нефтеотдачи* в качестве реагента закачки в пласт для повышения нефтеотдачи представлена на рисунке 1.

Данную модель можно охарактеризовать как технологический кластер поддержания пластового давления. В качестве системообразующего звена выступают несколько географически близких нефтегазодобывающих месторождений для которых необходимо построить едину систему сбора ПНГ.

На рисунке 1 выделяются также инфраструктурные элементы и участники кластера.

Создание единой инфраструктуры для нескольких месторождений и собору и оптимизации объемов закачки поможет снизить капитальные затраты и обеспечить синергический эффект.

Инновационность данного кластера потенциально может быть связана с комбинированием закачки ПНГ и техногенного CO_2 от других промышленных источников. В этом случае технологическая сложность развития такого кластера может повышаться, будет увеличиваться и инвестиционная емкость проектов, реализуемых для повышения нефтеотдачи газовыми методами вытеснения углеводородов.



Рисунок 1 – Кластер использования ПНГ для повышения нефтеотдачи (1тип)

2. *Кластерная модель для неглубокой переработки ПНГ* представлена на рисунке 2



Рисунок 2 Дескриптивная модель кластера неглубокой переработки (2 тип)

Газопереработка является системообразующим ядром кластера, представленного на рисунке 2. В качестве продукции предприятий кластера выступает сухой отбензиненный газ (СОГ), широкая фракция легких углеводородов (ШФЛУ), сжиженные углеводородные газы (СУГ), газовый бензин стабильный.

Энергетические компании могут быть участником кластера. Также важна роль отводится транспортным и логистическим компаниям. В рамках кластера появляются небольшие компании, производящие оборудование и создающие технологии в сфере газопереработки.

В связи с развитием технологий возникает необходимость в активном привлечении научно-исследовательских организаций.

Модель более высокого уровня, представленная на рисунке 3, является как правило межотраслевым (возможно и межрегиональным) нефтегазохимическим кластером.



Рисунок 3 Дескриптивная кластерная модель глубокой переработки ПНГ (3 тип)

В качестве продукции кластера могут выступать олефины (этилен, пропилен, бутилены), ароматические углеводороды, метанол, аммиак, различные полимеры и пластмассы, синтетические каучуки и волокна, и др.

В рамках кластера, возможно, участие большого количества сервисных компаний. Целесообразно также привлечение инновационных компаний и научных организаций.

Важно отметить и серьезное влияние кластера на социально-экономическое развитие территорий. Смежные предприятия, социальная инфраструктура должна способствовать росту занятости и уровню жизни, возрастут и налоговые поступления в региональный бюджет.

Для выбранных кластерных моделей были рассчитаны условные показатели экономической эффективности на примере группы месторождений Западной Сибири.

Экономическая эффективность способов утилизации ПНГ на выбранных нефтегазовых месторождениях базируется на сравнительном анализе по таким параметрам как капитальные вложения, товарная продукция на выходе, перспективы реализации, упущенная выгода, экологический ущерб, извлечение нефтегазохимического сырья из ПНГ и срок внедрения технологии. При этом необходимо отметить, что ключевыми параметрами являются применимость технологии к геологическим условиям месторождения, объем инвестиций, экономическая выгода, уровень влияния на экологию, срок внедрения технологии.

Сравнение способов утилизации по показателям экономической эффективности проектов представлены в таблице 1

Таблица 1

Оценка экономической кластерных моделей утилизации ПНГ

Показатели	Закачка в пласт	Неглубокая переработка	Глубокая переработка
Капитальные вложения, млн. руб.	489,9	6 560	32 100
ЧДД, млн. руб.	90,3	325,7	2990,3
ВНД, %	14,1	12,4	13,1
ИД, д. ед.	1,18	1,05	1,09
Срок окупаемости, лет	15	19	18
Упущенная выгода, млн. руб.	2 900	2 664,6	0
Глубина переработки ПНГ, %	0	60	100
Создание новых рабочих мест, чел.	400	1500	3000

По результатам расчётов получены высокие сроки окупаемости кластерных проектов. Важно подчеркнуть, что группа рассматриваемых месторождений находится в арктической зоне, что обуславливает высокий уровень инвестиций. При этом срок окупаемости сопоставим со сроками реализации разработки месторождений.

Упущенная выгода может определяется как разность значений экономических эффектов наиболее эффективного метода и расчетного.

Строительство газоперерабатывающего завода и его функционирование предполагает выбросы в окружающую среду (в том числе CO_2, CH_4 с ГПЗ и газохимических производств, но объем выбросов является в разы меньшим, чем с сжигание ПНГ на факелах.

При расчете экономической эффективности не в полной мере учитывались затраты на создание инфраструктуры и особенно социальной (модель глубокой переработки). Косвенные эффекты, возникающие за счет сервисных и научных организаций, также не учитывались. Существуют высокие логистические и рыночные риски, связанные с реализацией продукции глубокой переработки

Далее приведем сравнительную характеристику представленных кластерных моделей (таблица 2)

Таблица 2

Сравнительная характеристика кластерных моделей

Параметр	Закачка в пласт	Неглубокая переработка	Глубокая переработка
Капитальные затраты	Средние	Высокие	Очень высокие
Срок окупаемости	3-7 лет	5-10 лет	10-15 лет
Добавленная стоимость	Низкая	Средняя	Высокая
Требования к транспортно-логистической инфраструктуре	Умеренные	Значительные	Максимальные
Возможное количество компаний участников	5-8	10-15	20-50 и более
Новые рабочие места	Незначительное количество	Среднее количество	Высокий уровень занятости
Экологический аспект	Нулевые выбросы	От средних до значительных выбросов парниковых газов	От средних до значительных выбросов парниковых газов
Масштабность	Локальный	Региональный	Макрорегиональный

Далее представляется важным выделить ключевые факторы успеха (КФУ) для реализации высокотехнологичных кластеров утилизации ПНГ (рисунок 4)

Ключевые факторы успеха кластерных моделей делим на два уровня. Первый уровень базовый, те факторы без которых формирование производств и кластеров невозможно. Вторая группа включает важные элементы кластерной системы, наличие которых будет способствовать более быстрому и успешному развитию проектов утилизации ПНГ, но в то же время данные факторы могут создаваться и эволюционировать по мере реализации проектов.

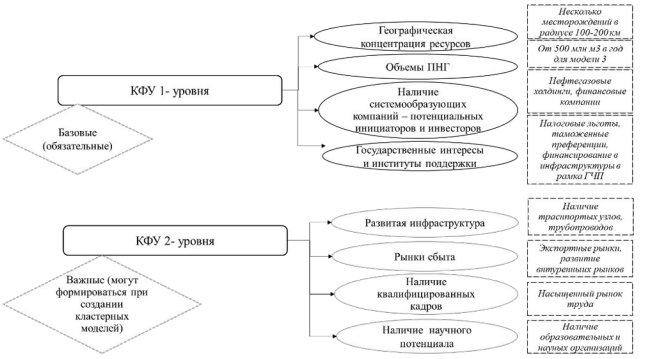


Рисунок 4 Ключевые факторы успеха создания производств утилизации ПНГ

Обсуждение

Реализация газохимических проектов сопряжена с рядом существенных вызовов, требующих принятия прагматичных управленческих решений.

Так, создание кластеров высокого предела требует колоссальных первоначальных инвестиций в инфраструктуру, логистику, технологии и химическое оборудование и др. Окупаемость таких проектов растягивается на многие годы.

Безусловно, важна высокая концентрация месторождений для реализации крупномасштабных проектов, сложная логистика от разрозненных месторождений будет негативно сказываться на транспортной составляющей капитальных и эксплуатационных затрат.

В рамках реализации газохимических проектов могут формироваться промышленные кластеры через создание стратегических альянсов и партнерств, что позволяет оптимизировать высокие капитальные затраты распределяя финансовую нагрузку и риски.

При формировании кластерных образований лучше привлекается проектное финансирование и масштабно используются знания и компетенции профильных компаний и экспертов, также появляется возможность применять для данных территориально-промышленных образований меры государственной поддержки.

Вопрос обеспечения технологического суверенитета диктует необходимость перехода на российские технологии и оборудование, что может результативно реализоваться в рамках кластерных моделей и создавать конкурентноспособные технико-технологические объекты и решения.

В настоящей статье не в полной мере учтены сопряженные эффекты от создания смежных производств и не оценены возможности появления мультипликативного эффекта. При реализации кластерных моделей 2 типа, и особенно 3 типа, такие эффекты могут быть значительными.

Кроме того, важно отметить, что модели 1 типа, связанные с созданием технологического кластера повышения нефтеотдачи, зачастую не целесообразно реализовывать в виде полноценной кластерной модели, поскольку такие мероприятия носят операционный характер для многих нефтегазовых компаний. При наличии больших объемов ПНГ и поздней стадии разработки углеводородного месторождения создание кластерных моделей не представляется актуальным. Кластерные модели 1 типа могут быть оправданы при создании научно-исследовательских организаций, глубоко занимающихся вопросами повышения нефтеотдачи на основе газовых методов вытеснения нефти.

Считается, что кластерные модели утилизации ПНГ – это еще и эколого-ориентированный подход. Он позволяет трансформировать экологическую проблему и убыточный актив в сырьевую базу для создания прибыльных, высокотехнологичных промышленных комплексов.

Заключение

Несмотря на то, что экономическая эффективность каждого проекта (кластерной модели) требует тщательного расчета с учетом региональной специфики и логистики, развитие газохимии остается стратегически важным и перспективным направлением для российского энергетического сектора и национальной экономики в целом.

В статье выделены три модели (типа) кластеров утилизации ПНГ, определена их экономическая эффективность по базовой деятельности. Доказано, что, прежде всего, глубокая переработка ПНГ, формирует полноценные кластеры конкурентоспособности с интеграцией добывающих и

перерабатывающих мощностей в совокупности с формированием новых транспортных и логистических объектов, а также смежных производств в том числе и научно-исследовательской направленности.

Утилизация ПНГ за счет переработки в продукцию газохимии позволит поддерживать высокий уровень его полезного использования на отдельных месторождениях и в целом в России, а также доводить уровень утилизации ПНГ до целевого значения (95%) и выше даже с учетом нарастания его добычи.

Кластерные модели позволяют полноценно использовать научно-технический потенциал создавать сервисные структуры и технологический задел, который можно тиражировать впоследствии. Глубокая переработка ПНГ, безусловно, соотносится с базовыми принципами ресурсной эффективности и ресурсосбережения. В рамках утилизации ПНГ происходит становление экономики замкнутого цикла. Также можно говорить о формировании положительного имиджа в сфере устойчивого развития для нефтегазовых холдингов и других компаний, реализующих проекты в рамках кластерных моделей.

Для дальнейших исследований важно определять экономический потенциал и эффективность структур, которые не являются системообразующими в кластере, но отвечают при этом за научно-техническое и социальное развитие предприятий кластера. Экономический потенциал сопряженных организаций также влияет и на привлечение новых инвесторов.

Литература

1.Вяткин, К. А. Оценка коммерческой эффективности переработки попутного нефтяного газа / К. А. Вяткин, А. О. Лобовиков, В. И. Мелентьев // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2018. – № 10. – С. 20-25. – DOI 10.30713/1999-6942-2018-10-20-25.

2.Сигиневич, Д. А. Переработка попутного нефтяного газа как ресурс развития газонефтехимической отрасли в Российской Федерации / Д. А. Сигиневич, А. Н. Ефимова // Вестник евразийской науки. – 2018. – Т. 10, № 5. – С. 43

3.Мосоян М., Коровяков А. Арктический ПНГ: сжигать нельзя утилизировать // VYGON Consulting [Электронный ресурс]. URL: https://oilcapital.ru/article/general/12-11-2020/arkticheskiy-png-szhigat-nelzya-utilizirovat?amp=1 (дата обращения: 01.09.2026).

4.Савон, И. В. Региональные промышленные кластеры как основа устойчивого развития мезоуровневых систем / И. В. Савон // Экономическая политика и национальная безопасность. – 2025. – № 2(2). – С. 5-15.

5. Журавлева, А. Н. Эколого-экономическое обоснование применения попутного нефтяного газа / А. Н. Журавлева, Ю. Л. Чиркова // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе: сборник научных трудов по материалам 8 Международной научно-практической конференции, Саратов, 01 января – 31 2020 года / под ред. Ю.Г. Иващенко. – Саратов: Саратовский государственный технический универ, 2020. – С. 272-277.

6. Портер, М. Конкурентная стратегия: Методика анализа отраслей и конкурентов / М. Портер. – Москва: Альпина Паблишер, 2007. – 453 с. – ISBN 978-5-9614-0491-3.

7.Портер, М. Е. Международная конкуренция. Конкурентные преимущества стран / М. Портер. - Москва : Альпина Пабл., 2016. - 949 с. - ISBN 978-5-9614-4835-1. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2022998

8.Способы утилизации попутного нефтяного газа на месторождении / И. С. Александренков, П. А. Коровченко, М. А. Заикин [и др.] // Нефтегазохимия. – 2024. – № 2. – С. 38-43. – DOI 10.24412/2310-8266-2024-2-38-43.

9. Шайдаков, В. В. Технико-экономические аспекты утилизации попутного нефтяного газа / В. В. Шайдаков, К. В. Чернова // Нефть. Газ. Новации. – 2017. – № 8. – С. 68-71.

10.Голованова, А. Е. Использование попутного нефтяного газа в РФ / А. Е. Голованова, Г. Б. Полаева, В. М. Власов // Экономика строительства. – 2024. – № 10. – С. 167-169.

11.Козеняшева, М. М. Развитие мирового рынка нефтегазохимии в современных экономических условиях / М. М. Козеняшева, А. В. Пьянов // Экономические науки. – 2023. – № 221. – С. 467-476. – DOI 10.14451/1.221.467.

12.Крюков, В. Развитие нефтегазохимии в России: новые вызовы, новые тренды / В. Крюков, В. Шмат // Энергетическая политика. – 2023. – № 9(188). – С. 40-61. – DOI 10.46920/2409-5516_2023_9188_40.

13. Череповицын, А. Е. Потенциал развития рынка газохимии в России и в мире: на примере технологической цепочки по производству полистирола / А. Е. Череповицын, А. П. Рядинская // Экономика, предпринимательство и право. – 2023. – Т. 13, № 12. – С. 5949-5962. – DOI 10.18334/epp.13.12.120188.

14.Пономаренко, Т. В. Промышленные кластеры как организационная форма развития нефтегазохимической отрасли России / Т. В. Пономаренко, И. Г. Горбатюк, А. Е. Череповицын // Записки Горного института. – 2024. – Т. 270. – С. 1024-1037.

Cluster models of methods for the utilization of associated petroleum gas

Krenyov A.S.

Chief Specialist G.P. Luzin Institute of Economic Problems

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

The article is devoted to substantiation of the possibility of forming cluster models within the process of associated petroleum gas utilization. Cluster models make it possible to implement a large number of innovative and investment projects aimed at increasing the competitiveness of industrial sectors and enterprises. The tasks of establishing large-scale transformations in the oil and gas complex related to the utilization of associated petroleum gas can contribute to the creation of deep processing facilities and increase the innovativeness of the industry. The varying depth of changes and the complexity of technological processes dictate different cluster models. The article presents a conceptual vision of cluster models for associated petroleum gas utilization. The key success factors for project implementation have been identified. The economic efficiency of the projects within various cluster models has been substantiated. Based on the proposed comparison criteria, clusters formed within various technological chains have been compared.

Keywords: clusters, conceptual models, efficiency, associated petroleum gas, hydrocarbon processing, gas chemistry, economic assessment, investments.

References

1.Vyatkin K.A., Lobovikov A.O., Melentev V.I. Evaluation of commercial efficiency of associated petroleum gas processing // Problems of economics and management of oil and gas complex/ 2018. no. 10. p.20-25– DOI 10.30713/1999-6942-2018-10-20-25.

2.Siginevich D.A., Efimova A.N. (). Processing of associated petroleum gas as a source for the development of petrochemical industry in the Russian Federation. The Eurasian Scientific Journal, 2018. Vol. 10. No. 5 p.43

3.Mosoyan M., Korovyakov A.Arctic PNG: to burn or not to burn VYGON Consulting [Electronic resource]. URL: https://oilcapital.ru/article/general/12-11-2020/arkticheskiy-png-szhigat-nelzya-utilizirovat?amp=1 (date of inquiry: 01.09.2026).

4.Savon, Igor V.. Regional industrial clusters as the basis for sustainable development of meso level systems// Economic policy and national security. 2025 Vol.2, no. 2. p.5–15.

5. Zhuravleva A. N., Chirkova Y. L. Environmental and economic justification associated petroleum gas applications// Resource and energy-efficient technologies in the construction sector: a collection of scientific papers based on the materials of the 8th International Scientific and Practical Conference, Saratov, January 1–31, 2020 / edited by Yu. G. Ivashchenko. – Saratov: Saratov State Technical University. 2020. no. 1(12). p. 272-277

6.Porter, Michael E. Competitive strategy : Techniques for Analyzing Industries and Competitors / M. Porter. – Moscow: Alpina Publisher, 2007. – 453 p. – ISBN 978-5-9614-0491-3.

7. Porter, Michael E. The Competitive Advantage of Nations /M. Porter. - Moscow : Public Alpina, 2016. - 949 p. - ISBN 978-5-9614-4835-1. - Text: electronic. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2022998

8.Aleksandrenkov I.S., Korovchenko P.A., Zaikin M.A., Akhmetov A.F., Davydov V.O. Methods of utilization of associated petroleum gas in the field Neftegazochemistry. 2024. No. 2. p. 38-43. – DOI 10.24412/2310-8266-2024-2-38-43.

9. Shaidakov V.V., Chernova K.V., Technical and Economic Aspects in Utilizing Associated Petroleum Gas //Oil. Gas. Innovations. 2017. No. 8. p. 68-71.

10. Golovanova A.E., Polaeva G.B., Vlasov V.M. Use of associated petroleum gas in the Russian Federation// Economics of construction. 2024. no. 10. p. 167-169

11. Kozenyasheva M.M., Pyanov A.V. The world oil and gas chemistry market development under modern economic conditions// Economic Sciences. 2023. No. 221. p. 467-476. – DOI 10.14451/1.221.467.

12. Krukov V. , Shmat V. Development of the petrochemical industry in russia: new challenges, new trends //Energy policy. 2023. no.(188). p. 40-61. – DOI 10.46920/2409-5516_2023_9188_40.

Cherepovitsyn, A. E., Riadinskaia, A. P. The potential for the development of the gas chemistry market in Russia and in the world: the case of the technological chain for the polystyrene production// Journal of Economics, Entrepreneurship and Law. 2023. No.13(12), p.5949-5962. https://doi.org/10.18334/epp.13.12.120188

14.Ponomarenko T.V., Gorbatyuk I.G., Cherepovitsyn A.E. Industrial clusters as an organizational model for the development of Russia petrochemical industry // Journal of Mining Institute. 2024. Vol. 270. p. 1024-1037.