

## УДК 620.9

## НОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ОТРАСЛИ БУДУЩЕГО

Д.С. Андреева, специалист по организации и нормированию труда 1 категории отдела нормирования труда и мотивации персонала («Балаковоатомэнергоремонт» - филиал АО «Атомэнергоремонт»)

Л.Р. Беликова, техник по документации 1 категории группы обеспечения документацией производственных цехов («Балаковоатомэнергоремонт» - филиал АО «Атомэнергоремонт»)

А.М. Виткаленко, специалист 2 категории по экологической безопасности («Нововоронежатомэнергоремонт» - филиал АО «Атомэнергоремонт»)

К.В. Дороднов, инженер по ремонту участка по ремонту распределительных устройств цеха по ремонту электротехнического оборудования («Калининатомэнергоремонт» - филиал АО «Атомэнергоремонт»)

А.Г. Кузнецова, специалист по охране труда отдела охраны труда («Балаковоатомэнергоремонт» - филиал АО «Атомэнергоремонт»)

О.М. Набатчикова, главный специалист отдела внутренних и внешних коммуникаций (АО «Атомэнергоремонт»)

С.И. Потапов, инженер по подготовке производства 1 категории цех по ремонту контрольно-измерительных приборов и автоматики («Уралатомэнергоремонт» - филиал АО «Атомэнергоремонт»)

А.В. Сафонов, инженер по наладке и ремонту систем автоматизации 3 категории цеха по ремонту контрольно-измерительных приборов и автоматики («Балаковоатомэнергоремонт» - филиал АО «Атомэнергоремонт»)  
АО «Атомэнергоремонт»  
г. Москва

**Аннотация:** в настоящее время в России и в мире тратится большое количество ресурсов в области исследования новых источников энергии, на основе которых возможно построить новые энергетические отрасли будущего. Растущая потребность в энергии и уменьшение запасов традиционных источников энергии, таких как нефть и уголь, делают необходимым поиск новых, более эффективных и экологически чистых способов производства электроэнергии. В этом контексте выработка электроэнергии с применением термоядерного синтеза и гелия-3 представляется перспективным направлением для развития энергетики. Потенциал в этой области огромен, его внедрение может стать революцией в сфере энергетики, обеспечить как страну, так и мир чистой энергией продолжительное время. В представленной статье рассматриваются оптимистичный, реалистичный и пессимистичный сценарии использования термоядерного синтеза гелия-3 в качестве источников энергии. В работе определены риски влияния политических, экономических, социальных, технологических, экологических и законодательных факторов на развитие рассматриваемых новых энергетических отраслей.

**Ключевые слова:** перспективное направление, электроэнергетика, гелий-3, добыча гелия-3, термоядерный синтез, гелиевая промышленность, сценарный анализ, логистика, электроэнергетика мира, прогноз 2030.

Электроэнергетика - важнейшая отрасль энергетического комплекса, в которой осуществляется производство и сбыт электрической энергии.

Предметом исследования будет являться гелий-3 как вид топлива для термоядерного синтеза и сама термоядерная технология для получения энергии.

В нынешнее время гелий-3 не добывают из природных источников (на Земле его доступно лишь незначительное количество, получить которое крайне сложно), вместо

этого изотоп получают при распаде искусственно созданного трития. Это весьма дорогостоящий процесс (примерно 2 тысячи долларов за литр), но неизвестно, можно ли будет удешевить его производство при добыче на Луне.

Основная часть гелия-3, производимого в мире, используется для заполнения газовых детекторов нейтронов. Остальные применения этого изотопа пока остаются в рамках научных исследований. В последние годы гелий-3 начинает использоваться в исследовательских организациях, работающих с квантовыми компьютерами, как охлаждающий элемент [1]. Гелий-3 также может применяться в таких сферах науки и технологий, как: ядерная энергетика, научные исследования, при магнитно-резонансной томографии (МРТ), при разработке интернационально-конфайнментных систем и др [5].

Стоит отметить, что на данный момент промышленное использование гелия-3 ограничено из-за его редкости на Земле. Однако, как показывают разработки Росатома, добыча этого изотопа может значительно увеличиться в будущем.

На Луне запасы гелия-3 составляют, по минимальным оценкам, около 500 тысяч тонн. При термоядерном синтезе, когда в реакцию вступает 1 тонна гелия-3 с 0,67 тоннами дейтерия, выделяется количество энергии, эквивалентное сжиганию примерно 15 миллионов тонн нефти.

Данный вид топлива является достаточно перспективным при использовании в установках для выработки тепло и электроэнергии. Но также его применение возможно и в других отраслях будущего.

В последние годы в области Космической деятельности резко возросла актуальность решения глобальных задач научно-технического, экономического и социального развития с использованием потенциала космонавтики.

В ряду многих приоритетных и перспективных космических проектов и программ появляются такие проекты, которые до недавнего времени носили фундаментальный характер и не имели четко выраженного прикладного аспекта. К их числу, можно отнести проект «Гелий-3», который может кардинально решить сразу несколько проблем мировой энергетики.

Это главным образом: проблема экологической безопасности энергопроизводства, проблема независимости от истощения энергоресурсов и от использования углеводородных ресурсов. Именно эти проблемы являются уже сейчас главными факторами и индикаторами мировых энергетических кризисов будущего.

Перспективы развития гелиевой промышленности в России кажутся многообещающими. Благодаря уникальным характеристикам, гелий используется в космонавтике, авиации, судостроении, химическом и металлургическом производствах, ядерной и лазерной технике, медицине, научных исследованиях, хроматографии и криогенной технике.

Несмотря на широкий спектр применения, развитие гелиевой промышленности главным образом связано с исследованиями в областях атомной энергии и космоса.

В результате, хотя абсолютное потребление гелия растет, его относительное потребление в остальных отраслях может снизиться. В ядерной и термоядерной энергетике, сверхпроводниковых системах, медицине и при создании дыхательных смесей гелий незаменим.

В России значительные концентрации гелия находятся в природном газе месторождений в Восточной Сибири и Республике Саха (Якутия). С началом освоения углеводородов в этих регионах возникает необходимость в извлечении, утилизации и реализации гелия.

Основные гелиевые газогеохимические провинции России связаны с нефтегазоносными бассейнами Восточно-Европейской и Сибирской платформ. Существуют 176 месторождений природного газа, которые могут служить источниками гелия. Этот элемент учитывается при содержании не менее 0,035% в растворенном газе и не менее 0,05% в свободном газе (включая газовые шапки) [2].

Гелиевые запасы южных, приволжских и сибирских федеральных округов сосредоточены преимущественно в палеозойских отложениях, а в Республике Саха (Якутия) — в докембрийских. Около 58% запасов гелия России приходится на палеозой, а примерно 42% — на докембрий.

Большинство гелиевых запасов связано с углеводородными газами, лишь 36,4 млн м<sup>3</sup> (0,4% учтенных запасов по категориям А+В+С1) — с азотными. Месторождения азотного газа находятся в Удмуртии и Башкортостане, где содержание гелия составляет от 0,044 до 0,146%. Продуктивными являются среднекаменноугольные отложения.

Газы месторождений Оренбургской и Астраханской областей содержат в среднем 0,05% гелия, азотные газы Удмуртской и Башкортостана — 0,1–0,2%. В природных и попутных газах месторождений Саратовской и Самарской областей, Республики Коми содержится 0,3–0,4% гелия, хотя общие запасы этих месторождений невелики.

Газы Западной Сибири имеют низкое содержание гелия (0,01–0,02%), что делает их непригодными для промышленной добычи гелия, несмотря на огромные запасы.

В настоящее время добыча гелия в России осуществляется только в Приволжском ФО на Оренбургском месторождении. При этом потенциал гелиодобычи на этом месторождении используется лишь на 45%. Остальная часть сырья не направляется на переработку. Другие месторождения округа также имеют низкий потенциал добычи и содержание гелия.

Тенденции развития. По объемам производства электроэнергии развитые государства значительно опережают развивающиеся страны, с пропорцией около 80 к 20. Лидерами среди мировых регионов по выработке электроэнергии являются Северная Америка и Западная Европа.

Наиболее крупными производителями электроэнергии на уровне стран считаются Китай, США, Индия, Япония, Россия и Канада. На душу населения в плане выработки электроэнергии выше всего показатели у Норвегии (29 тыс. кВт·ч), Канады (20 тыс. кВт·ч), Швеции (17 тыс. кВт·ч), США (13 тыс. кВт·ч) и Финляндии (11 тыс. кВт·ч). Средний мировой показатель равен 2 тыс. кВт·ч. Самые низкие результаты в этой области зафиксированы в странах Африки, Китае и Индии [9].

Во всех регионах мира в структуре производства электроэнергии преобладают тепловые электростанции. Исключением является Латинская Америка, где доминирующую роль играют гидроэлектростанции из-за природных условий региона.

К основным проблемам электроэнергетики можно отнести:

- Истощение запасов первичных энергоресурсов и рост их стоимости;
- Загрязнение и разрушение окружающей среды.

Проблема загрязнения и разрушения окружающей среды стоит весьма остро. Тепловые электростанции выбрасывают в атмосферу значительное количество вредных веществ, изменяя её газовый состав. Развитие атомной энергетики связано с вопросами захоронения отходов и устранения последствий аварий на АЭС. Развитие гидроэнергетики приводит к экологическим проблемам при строительстве гидроэлектростанций, включая затопление земель, изменение водного баланса, гибель рыб и изменения в режимах рек и растительного покрова. Для решения этих проблем проводятся научные исследования и прогнозирование изменений.

В свою очередь, Гелий 3 рождается на Солнце, отчего иногда называется «солнечным изотопом». В окружающее пространство гелий-3 разносится солнечным ветром. Магнитное поле Земли отклоняет значительную часть этого ветра, а потому гелий-3 составляет лишь одну триллионную часть земной атмосферы - примерно 4000 т. На самой Земле его еще меньше — около 500 кг. Содержание Гелия 3 на Луне в 10 тысяч раз выше, чем на Земле.

На нашем спутнике, где нет рассеяния в атмосфере, гелий оседает в реголите, верхнем слое лунного грунта и может быть извлечен без особых усилий. По оценкам,

только в море Спокойствия площадью 280 тысяч кв. км содержится 850 млрд тонн пригодного к добыче реголита, из которого можно добыть 9,5 тонны гелия-3.

Анализ шести образцов грунта, привезенных экспедициями «Аpollo», и двух образцов, доставленных советскими автоматическими станциями «Луна» (Е-8-5), показал, что в реголите, покрывающем все моря и плоскогорья Луны, содержится до 106 тонн гелия-3, что обеспечило бы потребности земной энергетики, даже выросшей по сравнению с современной в несколько раз, на целое тысячелетие.

Для экспертной оценки и рассмотрения эффективности реализации проекта выделено четыре основных этапа:

Этап первый: добыча реголита. Специальные комбайны будут собирать реголит с поверхностного слоя толщиной около 2 м и доставлять его на пункты переработки или же перерабатывать непосредственно в процессе добычи.

Этап второй: десорбция гелия из реголита.

Этап третий: разделение изотопов Гелия-3 и Гелия-4.

Этап четвертый: доставка Гелия-3 на Землю.

В настоящее время в проектах реализуется два принципа:

— добыча реголита и нагрев;

— выпаривание из Лунного грунта без добычи реголита.

По оценке директора Института геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского РАН академика Эрика Галимова одна тонна Гелия-3 эквивалентна по количеству получаемой энергии 20 млн. тонн нефти (154 млн. баррелей).

Всей энергетике планеты потребуется 200-400 тонн Гелия-3.

Во второй половине нынешнего века в результате роста энергопотребления потребность в лунном сырье возрастет до 800-1000 тонн в год. При цене 75\$/баррель стоимость 154 млн. баррелей нефти (эквивалент 1 т He3 составит: Цб.н=11,5 млрд долларов

Таким образом, имея достаточные запасы нефти – экономическая целесообразность добычи на луне He3 будет, может быть поставлена под сомнение. Тем более что космические перелеты менее надежны. Плюс затраты на разработку технологий.

И самое важное – отсутствие отработанной технологии термоядерных реакторов. С другой стороны, будет происходить удешевление космических перелетов, в том числе и за счет массовости. Ведь промышленному освоению Луны будет необходима отработанная масштабная логистическая база.

Нефть будет неизбежно расти в цене (по завершению кризиса). И уже при 150 долларах/баррель экономическая целесообразность освоения Луны является неоспоримой [3].

По изложенным материалам можно сделать следующие выводы:

— Гелий-3 является наиболее выгодной альтернативой нефти и газу, запасов которых на Земле осталось в среднем на 50 лет. Эта реакция реакции наиболее не зависима от ресурсов- Гелий-3 на первых порах можно добывать на Луне, в а последствии в атмосферах планет гигантов, запасы его только на Юпитере составляют 1020 тонн;

— С внедрением данного проекта можно значительно улучшить экологическую ситуацию на Земле в силу преимущества самой реакции- она наиболее экологически безопасна из всех известных ядерных реакций — это единственная из возможных в промышленном масштабе ядерных реакций, при которой в принципе нет радиоактивности;

— В результате перехода на Гелий-3 при прежних ценах на нефть мы имеем значительное снижение цен на энергоресурсы;

— Именно такая программа создаст мощный импульс для развития наукоемких отраслей-космической, ядерной, электронной и прочих, которые станут локомотивом экономики, что просто необходимо во время Мирового Экономического Кризиса. Кроме того, полученные технологии можно будет применить и во многих других областях народного хозяйства;

— Предварительно проведенные сценарные прогностические оценки могут быть обоснованием для развития более точных и детальных методов экономической оценки такого проекта как «Гелий-3» и подобных космических проектов.

Перспективность термоядерного синтеза и использования гелия-3 заключается в их экологичности и безопасности по сравнению с углеродной энергетикой. Тем не менее, внедрение этих технологий требует значительных финансовых вложений.

Один из ключевых рисков заключается в дефиците трития в природных условиях, что делает его дорогим ресурсом, приводя к экономическим издержкам. Однако тритий может быть получен из лития и его солей в реакторной оболочке [4].

Термоядерный синтез в сравнении с атомной энергетикой менее выгоден экономически на данном этапе. Термоядерные реакторы значительно крупнее атомных и требуют больших финансовых вложений из-за использования специфических материалов.

Запасы гелия-3 на Луне трудно добываемы. Добыча этого ресурса зависит как от технической и экономической подготовки России к лунным миссиям, так и от международного сотрудничества.

Создание первой плазменной удерживающей оболочки представляет собой сложную задачу. В ближайшей перспективе распространение промышленности термоядерных реакторов ограничено, что затрудняет экономическую оценку их потенциала.

Ядерная энергетика привлекательна благодаря замкнутому топливному циклу, что решает энергетические задачи промышленности. Доля ядерной энергетики будет расти, стабилизируя экономическое и социальное развитие. Эффективность использования урановых ресурсов продолжает увеличиваться [6].

Разработка технологий термоядерного синтеза требует больших капиталовложений, что может отпугнуть инвесторов из-за возможной неоправданности затрат.

Внутренние и внешние факторы достаточно сильно влияют на развитие данного вида отрасли. Это сложные проекты, где без больших денежных и человеческих ресурсов не обойтись. Сильно влияют на это санкции других стран так, как требуемые материалы и устройства сложнее закупить и сложнее сотрудничать инженерному персоналу. Внутренний фактор сильно зависит от целей страны и от возможности субсидирования данной работы.

Далее рассмотрим сценарные анализы добычи Гелия-3, и проанализируем каждый из них.

Инновационный/Позитивный сценарий. Оптимистичный сценарий предполагает интенсивное развитие научных центров и лабораторий, специализирующихся на исследованиях термоядерной энергетике и методах использования гелия-3. В этом случае Россия станет одним из лидеров в данной сфере и сможет разработать уникальные технологии, востребованные мировым сообществом. Существующие научные центры будут привлекать лучших специалистов и инвестиции, что позволит значительно увеличить научный потенциал страны и модернизировать оборудование лабораторий для достижения лучших результатов.

На основе имеющихся статистических данных, с применением полиномиальной линии тренда, можно учитывать не только линейное изменение данных, но и предусмотреть возможный рост показателей в будущем. Теоретически, исходя из статистических изменений между 2021 и 2023 годами, а также учитывая достижения в новых отраслях, растет интерес к проектам термоядерного синтеза и гелия-3. Повышение зарплат сотрудников способно увеличить приток специалистов каждые 2 года на 10-15% в научные институты.

Государственная поддержка в форме инвестиций и налоговых льгот станет двигателем развития гелиевой промышленности и будет стимулировать привлечение частных инвестиций. Важно учитывать потенциал инновационного развития.

Внедрение новых технологий в добыче и переработке гелия станет стимулом для научных исследований и технологических инноваций в смежных отраслях.

Снижение стоимости гелия приведет к уменьшению производственных затрат в медицинских отраслях, например, в МРТ, делая диагностические процедуры более доступными для населения. В аэрокосмической индустрии удешевление гелия снизит стоимость создания ракет и космических аппаратов, что будет стимулировать развитие отрасли и приведет к снижению стоимости запусков и миссий.

В энергетике доступный и дешевый гелий ускорит развитие технологий в области возобновляемой энергии. Гелий будет применяться в процессе охлаждения в турбинных системах и ядерной энергетике, что сделает данные технологии более конкурентоспособными.

Доступность гелия также способствует развитию научных исследований и инноваций, поскольку гелий часто используется в экспериментах, требующих низких температур или высокой чистоты условий.

Развитие новых технологий добычи гелия, включая горизонтальные скважины и гидродинамическое разрушение пластов, повысит эффективность добычи и увеличит её объемы.

Использование гелия в технологии сопряжено с экологическими вопросами, требующими тщательного внимания и принятия мер для снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Разработка и применение эффективных методов, таких как увеличение эффективности использования гелия, его переработка и исследование альтернативных инертных газов, помогут сохранить природные ресурсы и защитить нашу планету для будущих поколений.

Рекомендации по государственной энергетической политике для данного сценария включают увеличение производства гелия-3, централизацию энергосистемы, проектирование и строительство новых термоядерных станций. Добычу гелия-3 за пределами Земли осуществлять в сотрудничестве с международными партнерами. Подключать крупные потребители электроэнергии, такие как алюминиевые заводы, к этим станциям.

Избыточную электроэнергию экспортировать за рубеж. Также следует реализовывать коммерческое строительство типовых реакторов в странах-партнерах и усиливать масштабы подготовки специалистов. Контроль данной отрасли должен быть закреплен за государством.

Энергетика играет ключевую роль в развитии и функционировании экономики. Зависимость промышленности, сельского хозяйства, транспорта, компаний и домохозяйств от энергетики будет увеличиваться, так как общество стремится к улучшению качества жизни. Повышение мобильности и урбанизация также будут способствовать ускорению потребления энергии и росту зависимости от нее.

Доступное и надежное обеспечение электроэнергией внутренних и внешних потребителей, а также возможности экспорта, приведут к значительному росту экономики. Россия станет лидером на рынке электроэнергии, обогащение страны и рост ВВП будут крупнейшими за всю историю.

Социальные и культурные факторы, включая общественное мнение, могут влиять на компании и регуляторные органы, особенно в условиях нарастающей экологической осведомленности. Гелий является элементом современных и будущих высоких технологий. Его использование приведет к новым достижениям и знаниям: получение сверхнизких температур, открытие экстремальных свойств материи, таких как сверхпроводимость и сверхтекучесть, строительство уникальных энергетических объектов (токамаки, криотурбогенераторы, ускорители заряженных частиц), создание высокоточных новых измерительных и диагностических приборов (СКВИДы, томографы и др.).

Гелий найдет применение в различных областях науки и практики, от космических исследований до металлургии и медицины. Основным прирост потребления гелия в ближайшие десять лет будет связан с программами поддержки и технического переоснащения здравоохранения в странах Восточной Европы и развивающихся странах с высокими темпами экономического роста.

Для закрепления за Россией этой ниши необходимо разработать программу освоения месторождений гелийсодержащих газов в Восточной Сибири, поддерживаемую государственной политикой по стимулированию производства гелия и его продвижению на мировые рынки.

Консервативный/Базовый сценарий. Реалистичный сценарий предполагает умеренное, но постоянное и устойчивое развитие научной базы в России в сфере термоядерных технологий. Исследовательские центры и лаборатории продолжают совершенствовать существующие технологии и внедрять новые, что позволит России удерживать свои позиции на мировом рынке и обеспечивать энергетическую безопасность.

Однако, разнообразные факторы (глобальные финансовые кризисы, застой в международном технологическом сотрудничестве, недостаточный уровень внутренних инвестиций и т.п.) мешают активной работе над новыми энергетическими источниками. Научное сообщество концентрируется на более традиционных методах поддержания энергетической стабильности страны, при этом используется более линейная модель прогноза, поскольку изменения ожидаются более прямолинейные и пропорциональные.

Перспективы и сценарии развития добычи гелия на углеводородных месторождениях являются важной и актуальной проблемой. Вариации сценариев зависят от доступности месторождений, технологических возможностей и экономической целесообразности. Тем не менее, множества факторов, начиная с внутриполитических и заканчивая регуляторными, ограничивают эффективное увеличение объемов добычи.

С технологической точки зрения, добыча гелия, особенно когда он является побочным продуктом при добыче природного газа, требует специальной технологии разделения и специализированных контейнеров для транспортировки и хранения. Основная добыча гелия в России сосредоточена в северных и восточных районах, что добавляет логистические и инфраструктурные сложности. Глобальная концентрация месторождений в нескольких странах создает риски, связанные с политической нестабильностью и угрозой монополизации. Полученные технологии можно будет применять и в других областях экономики.

При базовом сценарии может наблюдаться незначительное сокращение объемов, приблизительно на 2% по сравнению с 2022 годом, из-за экономической нестабильности и медленного роста высокотехнологичного производства. Пессимистический сценарий предполагает более значительное снижение, связанное с экономической нестабильностью и задержкой в реализации промышленных проектов, использующих гелий. Постепенное увеличение вложений в исследования и разработку месторождений гелия позволит точно оценить потенциал добычи гелия в России и найти оптимальные методы его извлечения.

Создание специализированных подразделений в существующих нефтегазовых компаниях для добычи гелия позволит эффективно использовать имеющуюся инфраструктуру и ресурсы. Обучающие программы и курсы для специалистов по добыче и переработке гелия помогут развить национальные компетенции в этой области.

Перспективы и сценарии развития добычи гелия на углеводородных месторождениях представляют собой актуальную и стратегически важную проблематику. Сценарии развития добычи гелия на углеводородных месторождениях могут варьироваться в зависимости от различных факторов, таких как доступность месторождений, технологические возможности и экономическая целесообразность [7].

Тем не менее, эффективный рост объемов добычи гелия ограничен множеством факторов, начиная с внутриполитических и заканчивая регуляторными.

Технологически, сложность добычи, особенно когда гелий является побочным продуктом при добыче природного газа, требует высокоспециализированных технологий разделения, а также специализированных контейнеров для транспортировки и хранения.

Добыча гелия в России фокусируется преимущественно в северных и восточных регионах, что создает дополнительные логистические и инфраструктурные вызовы.

Геополитические факторы, такие как концентрация месторождений в нескольких странах, создают риски, связанные с политической нестабильностью или монополизацией.

Кроме того, полученные технологии можно будет применить и во многих других областях народного хозяйства.

При базовом сценарии будет наблюдаться незначительное сокращение от объемов 2022 года (сокращение на 2% при сравнении с 2022 годом), что связано с экономической нестабильностью и медленными темпами развития высокотехнологичного производства.

При пессимистичном сценарии снижение будет более значительное, что связано с экономической нестабильностью и отложенной реализацией промышленных проектов, использующих гелий.

Постепенное увеличение инвестиций в исследования и разработку месторождений гелия позволит точно определить потенциал добычи гелия в России и разработать оптимальные способы его добычи.

Создание специализированных дочерних компаний или подразделений в существующих нефтегазовых компаниях для добычи гелия. Данная мера позволит более эффективно использовать имеющуюся инфраструктуру и ресурсы для добычи гелия.

Проведение обучающих программ и курсов для специалистов по добыче и переработке гелия позволит развить национальную экспертизу в области гелиевой промышленности.

Для минимизации негативного воздействия использования гелия на окружающую среду необходимо разработать и внедрить эффективные методы его оптимизации. Вот несколько путей для снижения экологических рисков:

— Повышение эффективности использования гелия: Разработка более эффективных технологий и устройств, что позволит уменьшить расход гелия и сократить его влияние на окружающую среду.

— Рециклинг гелия: Возможность повторного использования гелия после первичного применения может значительно снизить необходимость в дополнительной добыче этого газа. Разработка технологий для рециклинга гелия станет важным шагом к его устойчивому использованию.

— Исследование альтернативных инертных газов: Проведение исследований по поиску и разработке альтернативных инертных газов, способных заменить гелий в различных технических процессах, также важно для уменьшения его экологического воздействия.

Сбалансированное развитие электроэнергетического сектора, наращивание кадрового потенциала, расширение производства электроэнергии и прирост установленной мощности приведут к устойчивому экономическому росту страны, что будет выражаться в постепенном увеличении ВВП на 6-8% в год.

В России до сих пор только один производитель гелия, что не позволило развить необходимую инфраструктуру для новых участников рынка. Поэтому, производственные комплексы вблизи месторождений в Восточной Сибири будут требовать создания с нуля хранилищ и логистической инфраструктуры для доставки жидкого газа до портов Дальнего Востока для экспорта. Переход на использование гелия-3 при текущих ценах на нефть может привести к значительному снижению стоимости энергоресурсов. Предварительно проведенные сценарные прогнозы могут служить обоснованием для создания более точных и детализированных методов социальной оценки проектов по гелию-3 и аналогичных космических инициатив.



Политика компании должна согласовываться со стратегией цифровой трансформации, при этом необходимо учитывать приоритеты инновационного развития, включая проекты и мероприятия. Важно продумать систему управления инновациями и взаимодействие со сторонними организациями. Также рекомендуются специальные мероприятия для привлечения внимания к разработке и добыче энергии через термоядерный синтез гелия-3 [8].

Негативный/Пессимистичный сценарий. Влияние на развитие научной базы не затронуто в данном изложении.

В негативном сценарии внимание уделяется не столько развитию, сколько сохранению национальной научной базы. Происходит частичное замедление и уменьшение объема исследований в сфере термоядерного синтеза и добычи гелия-3, что приводит к некоторому отставанию России в области термоядерных технологий от мирового уровня. В условиях действия негативных факторов научные центры и лаборатории будут недофинансированы, что приведет к сокращению научного персонала. Большая часть сотрудников инновационных отделов будет переведена на менее амбициозные проекты, нацеленные на текущее обеспечение предприятий электроэнергией. В долгосрочной перспективе это означает потерю технологического лидерства и серьезные последствия для энергетической безопасности и экономического роста страны.

Очевидно, что значительное сокращение кадров в научной сфере для России неприемлемо, так как это приведет к ухудшению качества национальной научной базы. Для предсказания такого развития событий следует использовать логарифмическую линию тренда, что позволит учесть остановку увеличения численности сотрудников из-за невозможности поддержания темпов инновационных исследований.

Чтобы начать добычу гелия-3 на луне, необходимо сначала организовать там шахтерские поселения, что фактически означает колонизацию спутника. Потребуется также создать соответствующую инфраструктуру, позволяющую людям существовать в условиях вакуума и обеспечиваться водой, воздухом, топливом и строительными материалами. Этот процесс будет очень дорогим и займет не менее 20 лет.

Пока вопрос об использовании термоядерных реакторов остается открытым, так как в настоящее время они работают исключительно в экспериментальном режиме, удерживая реакции лишь несколько секунд, и до массового получения энергии еще далеко [10].

Неравномерное распределение углеводородных ресурсов и производственных мощностей в России требует комплексного подхода на федеральном и региональном уровнях для оптимизации логистических и производственных процессов. Технологическая конкурентоспособность может быть достигнута через активное взаимодействие с академическим сообществом и промышленными партнерами, включая реализацию научно-исследовательских проектов и внедрение инноваций, которые в настоящее время частично прекращены.

Одной из главных экологических проблем является тот факт, что гелий является невозобновляемым ресурсом, и его запасы на Земле ограничены. Добыча гелия часто связана с добычей природного газа, что может привести к загрязнению окружающей среды и выбросам парниковых газов.

В рамках сценария государственной энергетической политики следует акцентировать внимание на создании научно-технической базы, сотрудничестве с другими странами в области термоядерной энергетики и выделении средств на развитие частных компаний, занимающихся разработкой и созданием материалов для первой рабочей термоядерной установки.

В данном сценарии высокая нестабильность экономической и внешнеполитической ситуации делает невозможным полноценное развитие, так как ситуация будет меняться быстрее, чем появится значимый результат. Это приведет к финансированию проектов, которые не смогут возместить вложенные средства.

Гелий также необходим для фармацевтической промышленности и военного сектора. Его полное исчезновение станет серьезной проблемой, и готовиться к этому нужно уже сейчас. Даже если гелий не исчезнет в ближайшие десятилетия, его стоимость может значительно возрасти.

Компании следует вкладывать средства в исследования технологий термоядерного синтеза, развитие научной инфраструктуры и поддержку научных разработок. Важным аспектом является привлечение инвесторов для финансирования инновационных проектов и подготовка информационных материалов для СМИ, которые объяснят перспективы нового источника энергии.

Стратегия компании должна предусматривать анализ и прогнозирование её конкурентоспособности и технологического развития, результаты сравнительного анализа с конкурентами (бенчмаркинг), а также установление ключевых показателей эффективности деятельности компании.

В заключении следует отметить, что роль энергии в поддержании и дальнейшем развитии цивилизации неоспорима. За время существования нашей цивилизации много раз происходила смена традиционных источников энергии на новые, такие переходы играли очень важную роль во всем развитии человечества и в экономическом развитии каждой страны, именно благодаря этому были выделены лидирующие и отстающие страны.

Уже сейчас явно выражена необходимость перехода к новым энергетическим отраслям. В проведенной работе проведен анализ потенциала новых энергетических отраслях будущего, определены причины скорейшего перехода к данному способу добычи энергии, высказана точка зрения о положении дел, связанных с данным вопросом, в России.

Также в работе удалось выделить то, что тормозит развитие новейших энергетических отраслей, и что можно и уже нужно сделать для перехода к такому способу добычи энергии. Особое внимание уделено термоядерному синтезу и применению гелия-3.

Обе отрасли предлагают изобилие проектов. Наиболее перспективным проектом, который может ознаменовать собой всё двадцать первое столетие является проект ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor), участником которого является Российская Федерация. В рамках этого проекта научные институты страны занимаются своей программой термоядерных исследований.

Энергия термоядерного синтеза обладает целым рядом преимуществ, даже перед классической атомной энергетикой. Среди прочих: неограниченное количество топлива, экологичность, большая выходная мощность в гигаваттном диапазоне, меньшее количество персонала обслуживания.

Уже во второй половине текущего столетия токамаки могут произвести не только энергетическую, но и научно-техническую революцию. Количество электростанций во всём мире при этом кратно сократится, а проблема экологичности энергетики исчезнет. Более того, электроэнергия станет ещё более дешёвой, что благоприятно скажется на промышленности всего мира. С учётом нынешнего количества людей, населяющих планету и демографических перспектив, токамак является жизненно важной альтернативой классическим энергоустановкам.

По прогнозам экспертов, доля ископаемого топлива в первичной энергии снизится примерно с 80% в 2019 году до 55–20% к 2050 году. Высвободившееся место займут как раз альтернативные источники.

Гелий-3 в данном случае представляет собой более сложный путь получения энергии. Добыча гелия-3 на Земле возможна либо при условии разработки установок, вырабатывающих его, либо добыча его на Луне, что фактически означает ее колонизацию.

В ходе проведенного анализа и построения сценарных прогнозов явно выделяется вывод, что необходимо увеличить инвестиции в те направления научно-технического прогресса, которые занимаются созданием новых энергетических установок. Заниматься

этим должно всё мировое сообщество, так как усилий одной или нескольких стран явно недостаточно.

### Список литературы

1. Добычу гелия-3 собираются начать уже в 2028 году. Кому и зачем это нужно? [Электронный ресурс]: URL: [https://habr.com/ru/companies/ru\\_mts/articles/800909/](https://habr.com/ru/companies/ru_mts/articles/800909/) (дата обращения: 02.05.2024).

2. О настоящем и будущем термоядерной энергетики [Электронный ресурс]: URL: <https://press.inp.nsk.su/images/60years/112-121.pdf> (дата обращения: 12.06.2024).

3. Особенности сценарного планирования инновационного развития территориальной системы [Электронный ресурс]: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobenosti-stsenarnogo-planirovaniya-innovatsionogo-razvitiya-teritorialnoy-sistemy> (дата обращения: 05.05.2024).

4. Перспективы международного сотрудничества в развитии термоядерной энергетики. Экономические и экологические аспекты [Электронный ресурс]: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-mezhdunarodnogo-sotrudnichestva-v-razviti-termojadernoy-energetiki-ekonomicheskie-i-ekologicheskie-aspekty> (дата обращения: 05.06.2024).

5. Перспективы развития мировой и российской энергетики: сценарии до 2050 года [Электронный ресурс]: URL: <https://energypolicy.ru/perspektivy-razvitiya-mirovoj-i-rossijskoj-energetiki-scenarii-do-2050-goda/neft/2022/13/18/> (дата обращения: 05.06.2024).

6. Перспективы развития топливно-энергетического комплекса России [Электронный ресурс]: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-toplivno-energeticheskogo-kompleksa-rossii> (дата обращения: 05.06.2024).

7. Сценарное планирование как эффективный метод разработки стратегии [Электронный ресурс]: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/stsenarnoe-planirovanie-kak-effektivnyy-metod-razrabotki-strategii> (дата обращения: 09.05.2024).

8. Термоядерный синтез - будущее энергетики [Электронный ресурс]: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/termoyadernyy-sintez-budushee-energetiki> (дата обращения: 02.05.2024).

9. Электроэнергетика мира [Электронный ресурс]: URL: [https://foxford.ru/wiki/geografiya/elektroenergetikamira?utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F](https://foxford.ru/wiki/geografiya/elektroenergetikamira?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F) (дата обращения: 02.06.2024).

10. Экономический рост и спрос на энергию [Электронный ресурс]: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskiy-rost-i-spros-na-energiyu> (дата обращения: 12.06.2024).