

**УГЛЕВОДОРОДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ  
БЕЗОПАСНОСТЬ ЧЕРНОМОРСКОГО РЕГИОНА**  
**Ильченко А.А. Email: Pchenko689@scientifictext.ru**

*Ильченко Анжела Асхатовна – магистр,  
программа подготовки: 131100 «Нефтегазовое дело»,  
заведующий лабораторией,  
кафедра геоэкологии,*

*Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, г. Москва*

**Аннотация:** актуальность темы обуславливается проявлением в последнее время повышенного интереса ряда развитых стран к природным энергетическим ресурсам Черного моря. Преобладающий интерес в первую очередь вызывают гигантские углеводородные запасы и неисчерпаемые ресурсы сероводорода Черноморского бассейна.

В данной работе рассмотрен энергетический потенциал Черного моря, а именно: газовые струи, газ грязевых вулканов, метан и сероводород. Составлена схема для изучения геоэкологической безопасности Черноморского бассейна. Проведен анализ влияния энергетических ресурсов на экологическую обстановку моря. Исследованы разделы геологии, тектоники, сейсмичности Черноморского региона, а также источники выделения газов на дне моря.

**Ключевые слова:** газ, газовые струи, геоэкологическая безопасность, грязевые вулканы, метан, сероводород, углеводородное сырье, Черное море, углеводородный потенциал, экология, энергетический потенциал.

**HYDROCARBON POTENTIAL AND GEOECOLOGICAL SAFETY OF THE  
BLACK SEA REGION**  
**Pchenko A.A.**

*Pchenko Angela Askhatovna – Master,  
TRAINING PROGRAM: 131100 "OIL AND GAS BUSINESS",  
HEAD OF THE LABORATORY,  
DEPARTMENT OF GEOECOLOGY,  
GUBKIN RUSSIAN STATE UNIVERSITY OF OIL AND GAS, MOSCOW*

**Abstract:** the relevance of the topic is caused by the recent manifestation of the increased interest of a number of developed countries in the natural energy resources of the Black Sea. The predominant interest is primarily caused by giant hydrocarbon reserves and inexhaustible resources of hydrogen sulfide in the Black Sea basin.

In this paper, the energy potential of the Black Sea is considered, namely gas jets, gas of mud volcanoes, methane and hydrogen sulfide. A scheme has been drawn up for studying the geoecological safety of the Black Sea basin. The analysis of the impact of energy resources on the environmental situation of the sea. The sections of geology, tectonics, seismicity of the Black Sea region, as well as the sources of gas emissions at the bottom of the sea are investigated.

**Keywords:** gas, gas jets, geoecological safety, mud volcanoes, methane, hydrogen sulfide, hydrocarbon raw materials, Black Sea, hydrocarbon potential, ecology, energy potential.

УДК 553.981

Геоэкологическая безопасность Черного море – миф или реальность? Могут ли сочетаться эти слова в таком богатом природным углеводородным сырьем и одновременно динамичном и взрывоопасном бассейне? Попытаемся в этом разобраться.

Черное море – поистине великое достояние всей планеты. Его красоту и величественность не раз воспевали российские и зарубежные поэты. Ландшафты и климат исследуемого региона оказывает существенное эмоциональное воздействие на людей, посетивших красоты природы Черноморского шельфа. Благодаря уникальности растительного и животного мира, мягкости климата, полезных физических свойств морской воды, Черное море с каждым годом все больше и больше привлекает внимание населения разных стран.

Помимо вышеперечисленных достоинств Черноморского региона, бассейн моря привлекает множество развитых стран своим внушительным энергетическим потенциалом. Под толщами темной воды скрываются огромные неизведанные запасы полезных ископаемых: газовые струи, сероводород, метан.

В свете относительно недавно сложившихся политических обстоятельств (март 2014 г.), Россия вернула себе один из перспективных регионов углеводородных ресурсов – Черноморский шельф. В

условиях кризиса и исчерпаемости «легких» углеводородных запасов, бассейн Черного моря безусловно вызывает интерес у ряда крупных энергетических держав. По «скромным» подсчетам экспертов запасы углеводородного сырья на северо-западной части шельфа Черного моря оцениваются в 495,7 млрд. кубометров газа и 50,4 млн. тонн нефти и конденсата. В Прикерченской зоне содержится 321,1 млрд. кубических метров газа и 126,8 млн. тонн нефти и конденсата. Для Российского Черноморского шельфа – это весьма впечатляющие запасы углеводородного сырья [11].

Углеводородное сырье стремительно и масштабно вошло во все сферы жизни человека. Невозможно представить жизнь без нефти и газа. Все без исключения, ежедневно используют продукты углеводородного сырья в повседневной жизни: топливо для автомобилей и жилья, всевозможные гаджеты, медикаменты, косметические средства и даже одежда. Без этих средств просто невозможно представить современное общество. Человек широко шагнул вперед и в 21 веке научился создавать из нефтепродуктов человеческие органы! Мы греем газом наши дома, успешно применяем углеводородное сырье в медицине, но никогда не задумываемся о энергетическом потенциале полезных ископаемых. Но к великому сожалению, запасы углеводородного сырья имеют такое свойство как исчерпаемость и невозобновляемость.

По подсчетам экспертов, выявленные в мире запасы углеводородного газа составляют порядка 200 трлн м<sup>3</sup>, 32,9 трлн м<sup>3</sup> из которых приходится на долю РФ. Если исходить из консервативной точки зрения ВР и учитывать неравномерность потребления газовых ресурсов (к примеру, в 2018 году в США отмечается рекордный скачок в потреблении газа на 4,6%), данных запасов нам хватит более чем на 50 лет [8].

На первый взгляд кажется, что это довольно большой энергетический запас сырья, но углеводородное сырье общепризнано истощаемым ресурсом, поэтому все развитые страны мира активно продолжают искать новые запасы энергии. Добыча запасов месторождений углеводородов Баженовской свиты в Сибири была отложена на 40 лет, ввиду отсутствия необходимых знаний и технологий для их разработки. Но спустя десятилетия, нефтяники и газовики снова вернулись к неизведанным запасам с багажом знаний и новейших технологий добычи. По всему миру ученые стремительно разрабатывают альтернативные (нетрадиционные) источники энергии. В наше время ярким примером нетрадиционной энергии являются исследования Российских ученых о энергии синтеза водорода и гелия и энергии отходов ТБО.

Развитие общества, совершение новых открытий и изобретения сверх технологий напрямую связано с зависимостью от энергетических ресурсов. Человечество неразрывно связано с термином «энергетический потенциал». Энергетические ресурсы служат двигателем в развитии человеческих знаний и поддерживают комфортную жизнь людей.

С каждым годом набирает известность термин *газовые струи*, о котором 10 лет назад в научном и газовом обществе представления не имели. Данный вид энергии относительно малоизучен, до сих пор находится вне зоны интереса газовиков, но уже активно изучается учеными России.

Газовые струи – большие газовые факелы, поднимающиеся в толще воды на десятки и сотни метров, но не имеющие ничего общего с газогидратами. В РФ они встречаются в зоне Черноморского побережья. Изучением данного феномена активно занимался доктор геолого-минералогических наук, заслуженный научный деятель науки РФ В.П. Гаврилов. Изучая данное явление им был проведен ряд исследований и сделаны выводы, важнейшими из которых являются:

- Многочисленность запасов газовых струй
- Прогноз как сравнительно дешевого вида энергии.
- Высокие значения дебита «газовых факелов»
- Выбрав пусть исследования газовых струй как нового вида источника энергии, Россия будет иметь все шансы совершить революцию в топливно-энергетической сфере и укрепить свою лидирующую позицию среди мировых энергетических держав [2, 3].

Говоря о газовых струях, как источнике энергии, мы обязаны учитывать и экологические аспекты данной тематики. Попробуем детальней изучить этот вопрос.

Газовые струи – гигантские факелы, которые выбрасывают газ. Они представляют собой не просто выделения газовых пузырей, а мощный газовый поток, способный деформировать даже породы. В мелководной зоне выбросы достигают высоты до 10 м от поверхности дна, на глубине 50 м подъем струй может достичь 20 м. Факелы с высотой выброса газа до 300-500 м расположены на континентальном склоне при глубине 400-500 и более м. Иногда выбросы газа мощных факелов доходят до поверхности воды В такой ситуации они хорошо картируются по космическим снимкам [2].

Исходя из этих данных, делаем вывод, что с глубиной мощность выбросов увеличивается. Какова мощность выбросов газовых струй на больших глубинах, мы можем только предполагать.

Крайне важен вопрос геологической изученности газовых струй. В настоящее время собрано достаточно мало информации о возможных свойствах и особенностях данной энергии. До сих пор нет конкретики и в геологическом строении таких залежей и даже в их генезисе. Не исключена вероятность

печального начального опыта разработки нового вида энергии, в связи с малоизученностью и недостатком технологий бурения и добычи газовых струй. При таком сценарии, учитывая, что подводная окраина Крымского полуострова насчитывает порядка 6 тысяч мощных, стабильных, пульсирующих газовых выделений, способных разрушать горные породы, бассейн Черного моря может стать пылающим котлом, потушить который будет крайне сложно [2]!

Помимо газовых струй, генезис которых нам пока не известен, в бассейне Черного моря есть и другие газовые источники энергии - выбросы газа из грязевых вулканов, последние, в свою очередь, очень распространены как на суше, так и в подводной части бассейне Российского региона.

В настоящее время действующие газовые выбросы грязевых вулканов изучены недостаточно, но сравнивая с упомянутыми выше газовыми струями, мы имеем гораздо больше информации о них. Такую возможность более глубокого изучения геологии и физико-химических свойств грязевых вулканов, даст их расположение не только в подводной части Черного моря, но и на побережьях, что значительно упрощает проведение ряда исследований.

Анализируя более детально этот вопрос, собрав информацию о грязевых вулканах, их размещении на дне Черного моря, была составлена схема расположения грязевых вулканов в бассейне моря (см. рис. 1.). Для оценки экологической безопасности региона, на карты были добавлен газопровод «Турецкий поток» и тектонические элементы (с целью анализа геологической устойчивости среды). Созданная схема носит прогностический и исследовательский характер, построена с целью изучения и анализа геоэкологической обстановки в Черноморском бассейне.



Рис. 1. Схема расположения газопровода «Турецкий поток» в Черном море с нанесенными тектоническими элементами и грязевыми вулканами.  
(Составитель: Ильченко А.А., CorelDRAW, 2020 г.)

Используя данную схемы, можно сделать выводы: строительство газопровода по дну Черного моря значительно снижает геоэкологическую безопасность региона. «Турецкий поток» проходит по грязевым вулканам- доказанным и прогнозируемым по геологическому строению. Кроме того, трубопровод проложен по тектоническим структурам, на которых неоднократно замечались сейсмические явления.

Учеными РФ давно выявлен факт подвижности рельефа Черного моря, он незначителен, но уже имеются все признаки новейшего поднятия берегов. Помимо этого, стоит помнить и о непрерывном движение всех тектонических плит нашей планеты. В результате таких движений малая Черноморская плита подвигается под Евразийский континент, и скорость с каждым годом возрастает. Возможно данное движение плит и приводит к активации многочисленных грязевых вулканов, появлению «газовых струй» на дне Черного моря [5, 7].

Помимо динамичной подвижность дна Черного моря, ему присуще и сейсмическая активность. Ежегодно наблюдаются сейсмические явления в исследуемом регионе. Они проявляют пока себя незначительно, в плане мощности, но являются частыми и продолжительными. К тому же природа сейсмичности имеет некоторую особенность – закон повторяемости. По данным сейсмического

мониторинга Крымско-Черноморского региона, проведенного в 2012 г. было выявлено два очага сейсмической энергии в районе Черноморской впадины (величина энергии  $\Sigma E = 1.132 \cdot 10^9$  Дж). В результате таких толчков происходит процесс активной деформации геологической среды. Динамика сейсмичности прослеживается и по всему региону Черного моря. [9,10]

Исследуя сейсмичность Черноморского региона, его тектоническую динамику, огромного потенциала газа грязевых вулканов и материалы полученной карты, можем сделать вывод: строительство «Турецкого потока» значительно снизило геологическую безопасность моря. Газопровод проходит по ряду грязевых вулканов, активация деятельности которых в свою очередь может привести к мощному выбросу и дальнейшему взрыву газов.

Подводя итоги, можем отметить наличие многочисленных источников метана в Черном море. Это и так называемые, газовые струи, и сипы, и грязевые вулканы, и газогидраты. Ученные оценивают примерные уровень выделения метанового газа только шельфа Чёрного моря ежегодно порядка 7 млрд м. Определенный объем этого газа растворяется в воде, что и объясняет отсутствия живых организмов на глубинах Черного моря. Другая часть газа, примерно 1 км<sup>3</sup>/год, поступает в атмосферу, что в свою очередь усугубляет экологическую ситуацию на Земле и служит толчком усиления эффекта парникового газа. [6]

Характерной особенностью Черного моря является наличие самого огромного резервуара сероводорода во всем мире. Уделим особое внимание этим запасам, скрывающимся под толщей «темной» воды моря.

В последнее время сероводород в Черном море рассматривается лишь в контексте угрозы экологической безопасности среды. Не смотря на достаточную изученность природы проявлений сероводорода, процесс возобновляемости этого ресурса, еще больше настораживает экологическое общество. Слой воды в Черном море с содержащимся в нем сероводородом называется «мертвым»: жизни в этой толще нет, даже вблизи 200-х метров от него. По данным ученых сероводородный слой составляет 90% объема моря. Запасы  $H_2S$  в Черном море насчитывают порядка десятки миллиардов тонн, это не учитывая фактор возобновляемости. Идет процесс активного изучения и разработки методов извлечения запасов сероводорода из водной толщи. Но пока  $H_2S$  остается в водах Черного моря существует экологическая опасность, в связи с взрывчатыми свойствами сероводорода при контакте с воздухом. Усугубить данную ситуацию может и сейсмическая активность региона и притягивание водным объектом грозовых масс, которые в свою очередь создают электрические разряды. Подобная ситуация уже возникала (Ялта, 1927г.), к счастью, все закончилось положительно [1].

Приведённые в работе значения условны, носят субъективный, и исследовательский характер и требуют целенаправленного изучения и уточнения, но из них следует, что энергетический потенциал Черного моря огромен. Однако эти богатства природы могут принести человечеству как позитивный опыт, так и негативный. Гигантские углеводородные запасы Черного моря пополняют энергетический баланс многих стран, но при этом разрушают экологию региона. Поиск и разработка углеводородного сырья снижают уровень геологической безопасности бассейна моря.

Геологическая безопасность Черного моря включает себя в первую очередь, охрану водных ресурсов, воздушной среды, земельных и биологических ресурсов и охрана недр от деятельности человека. В связи с постоянным поиском углеводородного сырья, возрастающей деятельности нефтегазовой и энергетической промышленности, понятие «Геологическая безопасность Черного моря» встает под удар.

Один из критериев геологической безопасности – стабильность системы. В условия постоянно вмешательства человека в природу, систематического загрязнения всех сфер окружающей среды, равновесия природной системы колеблется. Следовательно, одним из фундаментальных задач науки является развитие знаний комфортности и безопасности природных системы и минимизация воздействия на них. В частности, это относится и к природно-территориальной системы бассейна Черного моря.

Помимо экологических проблем Черного моря, таких как эвтрофикация (цветение воды, то есть переизбыток водорослей), загрязнение нефтепродуктами в результате частых аварий при их транспортировке (Черное море лидирует по степени загрязненности углеводородами), браконьерство и выбросами отходов в море человеком, сюда добавляются и геологический риск от сосредоточенных на морском дне огромных энергетического потенциала: запасы нефти и газа, метана, сероводорода [12].

Анализируя проделанную работу, можно сделать следующие выводы:

- Энергетический потенциал Черного моря неимоверно огромен: нефть, газ грязевых вулканов, газовые струи, метан, сероводород;
- Рельеф Черного моря представляет собой динамическую систему с проявлением сейсмической активности;

- Существует риск возникновения экологической катастрофы, в виду наличия огромных запасов углеводородных соединений, обладающих взрывчатыми свойствами;
- Экологическая безопасность моря, в связи с проведением газопровода «Турецкий поток», резко снизилась
- Возникает вопрос о деградации водных ресурсов, в следствие антропогенного и природного загрязнения вод Черного моря;
- Ухудшение состояния атмосферы и усиление эффекта парниковых газов, ввиду систематических естественных выбросов метана в воздушные массы.

В перспективе будущего ожидается замещение углеводородных источников энергии альтернативными и возобновляемыми. В Москве активно началась реализация проекта «Энергия отходов», где ведущие ученые, инженеры России начнут получать из отходов энергию, которая заменит некоторые углеводородные ресурсы и при этом очистит планету от твердых бытовых отходов. По всему миру все более актуальными и востребованными становятся источники энергии ветра, воды и солнце. Мы стоим на восходе новой эры – создания экологических, безопасных и возобновляемых источников энергии.

### *Список литературы / References*

1. Бондаренко Г.Н., Борц Б.В., Горлицкий Б.А., Неклюдов И.М., Ткаченко В.И. Альтернативная сероводородная энергетика Черного моря, 2009. С. 12-19.
2. Гаврилов В.П. «Открытие альтернативного источника газа изменит всю экономику» // Журнал «Нефтегазовая вертикаль». 1-2-2016. С. 84-86.
3. Гаврилов В.П. Газовые струи - новый нетрадиционный источник УВ [Текст] / В.П. Гаврилов // Геология нефти и газа, 2014. № 6. С. 62-67.
4. Гиляров А. Колебания метана в атмосфере: человек или природа — кто кого // Эдементы, 2006. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://elementy.ru/novosti\\_nauki/430350/kolebaniya\\_metana\\_v\\_atmosfere\\_chelovek\\_ili\\_priroda\\_kto\\_kogo/](https://elementy.ru/novosti_nauki/430350/kolebaniya_metana_v_atmosfere_chelovek_ili_priroda_kto_kogo/) (дата обращения: 02.05.2020).
5. Короновский Н.В., Якушева А.Ф. К68 Основы геологии: Учеб. Для географ. спец. вузов. М.: Высш. шк., 1991. 416 с.
6. Леин А.Ю., Иванов М.В. Крупнейший на Земле метановый водоем // Журнал «Природа». № 2, 2005. С. 19-26.
7. Мейснер А.Л. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности Туапсинского прогиба и вала Шатского // Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук / Геологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова / Издание: Москва, 2010. 186 стр.
8. Потребление природного газа странами мира. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://total-gating.ru/> (дата обращения: 05.06.2020).
9. Пустовитенко Б.Г., Кульцкий В.Е., Пустовитенко А.А. Модель сейсмической опасности северо-западной части Черного моря // Геофизический журнал. № 5. Т. 34, 2012. С. 87-101.
10. Пульчицкий В.Е., Пустовитенко Б.Г., Свидлова В.А. О глубинах очагов землетрясений Крымско-Черноморского региона // Вопросы инженерной сейсмологии, 2017. Т. 44. № 3. С. 57–82.
11. Ресурсы Черноморского шельфа. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://novostienergetiki.ru/resursy-krymskogo-shelfa-cto-skryvaet-chnoe-more/> (дата обращения: 14.04.2020).
12. Экологические проблемы Черного моря. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ecportal.info/> (дата обращения: 25.04.2020).