

ЛИТЕРАТУРА

1. Аналитика: цветные металлы [Электронный ресурс] // Мировой рынок цветных металлов в поисках нового направления. РЗМ не оправдывают ожиданий URL: <http://www.metaltorg.ru/analytics/color/?id=684>. <http://www.metaltorg.ru/analytics/color/?id=668>. (дата обращения 19.05.2017).
2. Мировой рынок редкоземельных металлов [Электронный ресурс] // Данные ОАО «Соликамский магниевый завод». — URL: <http://www.cmmarket.ru/markets/rawold.html>. (дата обращения 20.08.2013).
3. Орлов, В.П. Минерально-сырьевые ресурсы и геополитика / В.П. Орлов // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. — 2011. — № 2. — С. 23–26.
4. Петров, И.М. Российский рынок редких металлов: пути развития / И.М. Петров // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. — 2015. — № 1. — С. 78–81.
5. Салихов, В.А. Некоторые особенности формирования техногенных и экологических кластеров (на примере Кемеровской области) / В.А. Салихов, Л.Н. Король // Экономика и предпринимательство. — 2017. — № 10 (ч. 2). — С. 271–274.
6. Салихов, В.А. Специфические особенности экономической оценки цветных и редких металлов, содержащихся в техногенных месторождениях / В.А. Салихов, О.С. Краснов // Разведка и охрана недр. — 2016. — № 6. — С. 42–46.

7. Салихов, В.А. Экономическая оценка и комплексное использование попутных полезных компонентов углей и золошлаковых отходов углей (на примере Кемеровской области): монография / В.А. Салихов; НФИ КемГУ. — Новосибирск: Изд-во «Наука» СО РАН, 2013. — 224 с.
8. Токарь, О.В. Мировой рынок цинка: проблема дефицита и перспективы развития / О.В. Токарь // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. — 2015. — № 4. — С. 63–67.
9. Цветные перспективы импортозамещения // Металлургический бюллетень (информационно-аналитический журнал). — URL: <http://www.metbulletin.ru/a/26c> (дата обращения 11.08.2015).
10. Цветные перспективы импортозамещения // Металлургический бюллетень (информационно-аналитический журнал). — URL: <http://www.metbulletin.ru/a/26cf> (дата обращения 11.08.2015).
11. Цены на редкоземельные металлы. Динамика цен // ООО «ТДМ 96» — URL: <http://tdm96.ru> (дата обращения 21.03.2014).
12. Цены мирового рынка на металлы и сырье // Infogeo.ru — URL: www.infogeo.ru (дата обращения 20.11.2018 г.).

© Краснов О.С., Салихов В.А., Король Л.Н.

Краснов Олег Сергеевич // Okrasnov@vnigri.ru
Салихов Валерий Альбертович // Salihov-VA@yandex.ru
Король Леонид Николаевич // korol.lenya@yandex.ru

ОХРАНА НЕДР И ЭКОЛОГИЯ

УДК 504.75

Михайлов Ю.В. (МГРИ-РГГРУ)

О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ДОБЫЧИ СЛАНЦЕВЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ

Газ и нефть, добытые методом гидроразрыва, содержат огромное количество примесей, которые не только повышают стоимость добычи, но и усложняют процесс дальнейшей обработки. Данная технология наносит колоссальный вред окружающей среде. Опасность представляет не только раствор сам по себе, но и соединения, которые поднимаются из недр земли в результате гидроразрыва, включая огромное количество метана. В местах добычи наблюдается гибель животных, птиц, рыбы, кипящие ручьи с метаном. Ядовитые продукты попадают в питьевую воду и воздух. У людей наблюдаются головные боли, потеря сознания, невропатия, астма, отравления, раковые заболевания и многие другие болезни. Добыча сланцевого газа и нефти способствует массовому загрязнению водных ресурсов и атмосферы, которые распространяются на трансграничные территории. Это может привести к глобальной катастрофе. **Ключевые слова:** гидроразрыв, сланцевые углеводороды (нефть, сланцевый газ), отравление наземных и подземных водных ресурсов (питьевой воды), отравление атмосферы, сейсмическая активность, глобальная катастрофа.

Mikhaylov Yu. V. (MGRI-RGGRU)

ON THE FEASIBILITY OF SHALE HYDROCARBONS

Gas and oil produced by hydraulic fracturing contain a huge amount of impurities, which not only increase the cost of production, but also complicate the process of further processing. This technology causes enormous damage to the environment.

*The danger is not only the solution itself, but also compounds that rise from the bowels of the earth as a result of hydraulic fracturing, including a huge amount of methane. In places of production there is death of animals, birds, fish, boiling streams with methane. Toxic products get into drinking water and air. People have headaches, loss of consciousness, neuropathy, asthma, poisoning, cancer and many other diseases. The production of shale gas and oil contributes to the massive pollution of water resources and the atmosphere, which spread to trans-boundary areas. This could lead to a global catastrophe. **Keywords:** hydraulic fracturing, shale hydrocarbons (oil, shale gas), poisoning of surface and underground water resources.*

Сланцевый газ (shale gas) — это вид топлива, альтернативный природному газу. Добывается он из месторождений с низкой насыщенностью углеводородами, расположенных в сланцевых осадочных породах земной коры, поэтому промышленная добыча возможна только при помощи гидроразрыва (фрекинга).

Такие газ и нефть содержат огромное количество примесей, которые не только повышают стоимость добычи, но и усложняют процесс дальнейшей обработки. То есть сжимать и сжигать сланцевый газ дороже, чем добытый традиционными методами. Сланцевые породы могут содержать от 30 до 70 % метана. Кроме того, сланцевая нефть отличается повышенной взрывоопасностью.

Выгодность разработки месторождений характеризуется показателем EROEI, который указывает, сколько энергии надо затратить, чтобы получить единицу топлива. На заре нефтяной эры в начале XX в. EROEI для нефти составлял 100:1. Это означало, что для добычи ста баррелей нефти надо было сжечь один баррель. К настоящему времени показатель EROEI опустился до значения 18:1.

По всему миру происходит освоение все менее выгодных месторождений. Раньше, если нефть не была

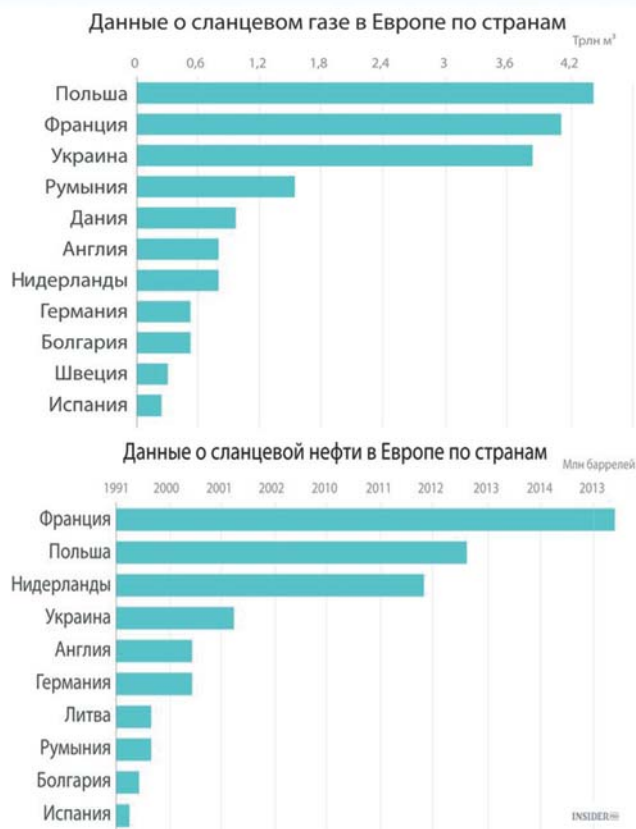


Рис. 1. Запасы сланцевых углеводородов в странах Европы

фонтаном, то такое месторождение никому было не интересно, сейчас все чаще приходится извлекать нефть на поверхность при помощи насосов [2].

В настоящей работе рассмотрена целесообразность добычи сланцевых углеводородов методом гидроразрыва (фрекинга) на примере Донецкого района (Доклад на Международной научно-практической конференции в г. Донецк 12–13.02.2016 г.) [4].

Положительные стороны применения:

- уменьшает зависимость от импорта газа;
- наличие в Европе значительного запаса сланцевых углеводородов: Украина — ~3,5 трлн м³ газа / 2001 млн баррелей; Польша — 4,5/2013; Франция 3,9/2013; Нидерланды — 1,0/2012; Румыния — 1,6/1995 (рис. 1);
- возможность разработки месторождений углеводородов с низкой насыщенностью полезных ископаемых из осадочных пород;
- создание новых рабочих мест, высокая зарплата;
- рост металлургического и химического производства.

Технология добычи сланцевых углеводородов

Добыча сланцевого газа предполагает горизонтальное бурение и гидроразрыв пласта. Горизонтальная скважина прокладывается через слой газоносного сланца. Затем внутрь скважины под давлением закачиваются десятки тысяч кубометров воды, песка и химикатов. В результате разрыва пласта газ по трещинам поступает в скважину и далее на поверхность (рис. 2). Данная технология наносит колоссальный вред окружающей среде. Независимые экологи подсчитали, что

специальный буровой раствор содержит сотни наименований химикатов: *ингибиторы коррозии, загустители, кислоты, биоциды, ингибиторы для контроля сланца, гелеобразователи*. Для каждого бурения нужно до **26 тыс. м³ раствора**.

Назначение некоторых химикатов:

- соляная кислота помогает растворять минералы;
- этиленгликоль борется с появлением отложений на стенках труб;
- изопропиловый спирт используется для увеличения вязкости жидкости;
- глютаральдегид борется с коррозией;
- легкие фракции нефти используются для минимизации трения;
- гуаровая камедь увеличивает вязкость раствора;
- пероксодисульфат аммония препятствует распаду гуаровой камеди;
- формамид препятствует коррозии;
- борная кислота поддерживает вязкость жидкости при высоких температурах;
- лимонная кислота используется для предотвращения осаждения металла;
- хлорид калия препятствует прохождению химических реакций между грунтом и жидкостью;
- карбонат натрия или калия используется для поддержания баланса кислот.

Десятки тонн раствора из сотен наименований химикатов смешиваются с грунтовыми водами и вызывают широчайший спектр непрогнозируемых негативных последствий. При этом разные нефтяные компании используют различные составы раствора. **Опасность представляет не только раствор сам по себе, но и соединения, которые поднимаются из недр земли в результате гидроразрыва**. В местах добычи наблюдается гибель животных, птиц, рыбы, кипящие ручьи с метаном. Домашние животные болеют, теряют шерсть, умирают. Ядовитые продукты попадают в питьевую воду и воздух. У американцев, которым не посчастливилось жить поблизости от буровых вышек, наблюдаются головные боли, потеря сознания, нейропатия, астма, отравления, раковые заболевания и многие другие болезни.

Отравленная питьевая вода становится непригодной для питья и может иметь цвет от обычного до черного. В США появилась новая забава *поджигать питьевую воду, текущую из-под крана*.

Это скорее исключение, чем правило. Большинству в такой ситуации реально страшно. *Природный газ не имеет запаха. Тот запах, который мы чувствуем, издают одоранты, специально подмешиваемые для выявления утечек*. Перспектива создать искру в доме, полном метана, заставляет перекрыть водопровод наглухо в такой ситуации. Бурение новых скважин для воды становится опасным. Можно нарваться на метан, который ищет выход на поверхность после гидроразрыва. Например, так произошло с фермером, который решил сделать себе новый колодец вместо отравленного. **Фонтан метана бил три дня**. По подсчетам специалистов в атмосферу ушло **84 тыс. м³ газа**.

Себестоимость добычи сланцевого газа составляет в США на 2012 г. не менее 150 долл. за 1000 м³ — втрое больше, чем себестоимость традиционного российского газа.

Это при том, что в Америке газоносные пласты залегают сравнительно неглубоко. По мнению экспертов себестоимость добычи сланцевого газа в таких странах, как Украина, Польша и Китай, будет в несколько раз выше, чем в США. Для экспорта же сланцевого газа в Европу из США потребуются затраты на сжижение и разжижение.

Для добычи сланцевого газа необходимо бурить гораздо больше скважин, так как срок их службы низок — 63 % мирового парка буровых установок расположены на территории США и Канады. И вся эта инфраструктура обеспечивает лишь 15...20 % от мирового производства нефти. Если просто принять, что буровые установки везде одинаковые, а месторождения все-таки разные, то получается, что сейчас США и Канада тратят в 3–4 раза больше материальных ресурсов на каждый добытый баррель нефти или полученный кубометр газа.

Европа отстает от США в освоении сланцевых запасов на 10 лет (отсутствие сверхсовременного, высокоточного оборудования высочайшей износостойкости, обслуживаемого высококвалифицированными рабочими, в том числе при сервисном обслуживании огромного количества техники и оборудования) (рис. 2, 3).

Со временем качество скважин и соответственно срок их эксплуатации падают ускоряющимися темпами. Такую ситуацию норвежец Рун Ликверн назвал «бегом красной королевы»: когда чтобы остаться на месте требуются все большие усилия. Таким образом, в США для поддержания объема добычи на постоянном уровне требуется все больше скважин и установок. Мало того, уже сейчас становится ясно, что *данные о запасах сланцевого*

газа и нефти в США были ради привлечения инвесторов завышены в несколько раз.

Для добычи сланцевого газа в США строить трубопроводы не имеет смысла, так как скважины слишком быстро вырабатывают свой ресурс. К тому же газодобывающие компании стремятся максимально быстро свернуть производство, чтобы пострадавшим местным жителям было сложнее взыскать материальный ущерб. Поэтому для транспортировки газа используется автотранспорт, что удорожает добычу еще сильнее.

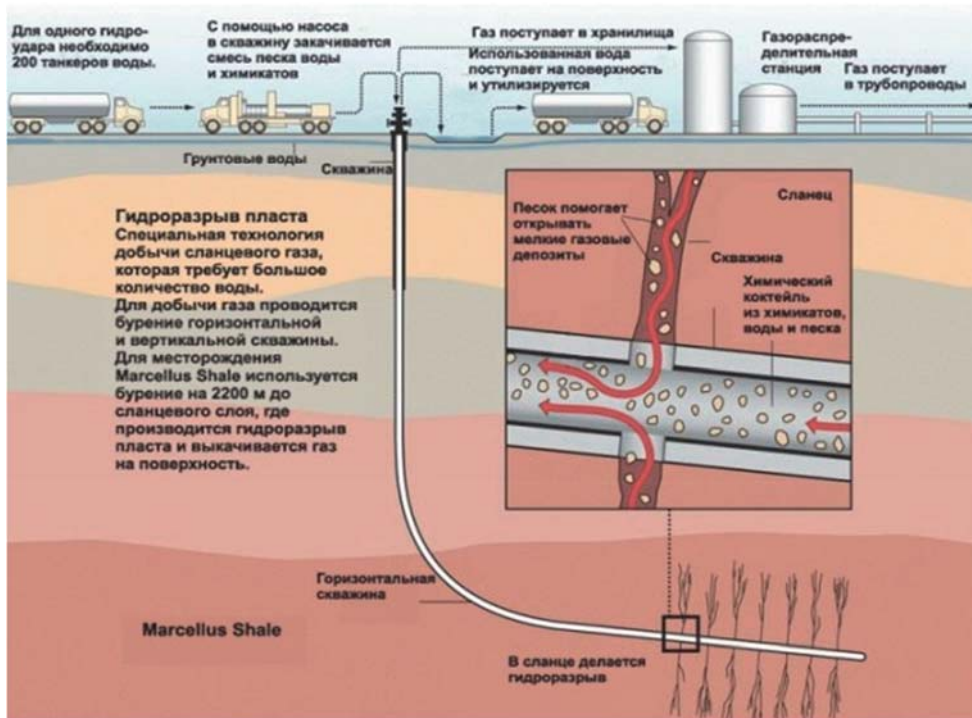


Рис. 2. Схема добычи сланцевого газа



Рис. 3. Добыча углеводородов в США методом гидроразрыва. Техника и необходимое оборудование

По составу сланцевый газ имеет намного больше примесей, поэтому требуются дополнительные затраты на его очистку. По оценкам ряда экспертов добыча сланцевого газа в США убыточна и дотируется государством.

Несмотря на созданный имидж, технологии добычи в США оставляют желать лучшего. Попутный газ активно сжигается.

Спутниковые наблюдения обнаружили гигантские выбросы метана в атмосферу в районе добычи сланцевого газа в США, ранее эти выбросы сильно недооценивались. Согласно распространенной теории считается, что увеличение метана в атмосфере является причиной парникового эффекта и глобального потепления. Выяснилось, что в США пустынный регион добычи сланцевого газа площадью 6500 км², получивший название «Четыре угла», выбрасывает в атмосферу 600 тыс. т чистого метана в год, что сопоставимо с величиной выбросов углекислого газа промышленностью Великобритании за год. Судя по фотографии США из космоса, факелы месторождения Bakken горят ярче агломерации Минеаполиса, но еще не дотягивают по яркости до Чикаго.

В целом добыча сланцевых нефти и газа сталкивается с рядом проблем, которые в самом ближайшем будущем могут начать оказывать на эту отрасль существенное влияние.

Во-первых, добыча рентабельна только при том условии, что добывается *одновременно и газ, и нефть*. А добыча только сланцевого газа — слишком дорогое удовольствие.

Во-вторых, если учесть стоимость газа на внутренних рынках США, можно заключить, что добыча сланцевых ископаемых находится на дотациях. При этом надо помнить, что в других странах добыча сланцевого газа будет *еще менее рентабельна*, чем в США.

В-третьих, добыча сланцевого газа и нефти может вызвать очень серьезные экологические проблемы в регионе добычи. Влияние может оказываться не только *на грунтовые воды, но и на сейсмическую активность*. Немалое число стран и даже штатов США ввели мораторий на добычу сланцевых нефти и газа на своей территории. В апреле 2014 г. американская семья из Техаса выиграла первое в истории США дело о негативных последствиях добычи сланцевого газа методом гидроразрыва пласта. Семья получит **2,92 млн долларов** от нефтяной компании Aruba Petroleum в качестве компенсации за загрязнение их участка (включая скважину с водой, которая сделалась непригодной для питья) и нанесение вреда здоровью. В октябре 2014 г. выяснилось, что подземные воды по всей *Калифорнии заражены в результате попадания в них миллиардов литров опасных для человека отходов при добыче сланцевого газа* (из письма, которое официальные лица штата отправили в агентство по охране окружающей среды США).

В связи с возможным ущербом для окружающей среды добыча сланцевого газа запрещена во Франции и Болгарии. Добыча сланцевого сырья запрещена или приостановлена также в Германии, Нидерландах, ряде штатов США.

Рентабельность промышленной добычи сланцевого газа имеет ярко выраженную привязку к экономике того

региона, где он добывается. Месторождения сланцевого газа обнаружены не только в Северной Америке, но и в Европе (в том числе и Восточной), Австралии, Индии, Китае. Однако промышленная разработка этих месторождений может оказаться затруднена из-за *густонаселенности (Индия, Китай), отсутствия транспортной инфраструктуры (Австралия) и строгих норм экологической безопасности (Европа)*. Есть разведанные месторождения сланцев и в России, самым крупным из которых является Ленинградское — часть масштабного Прибалтийского бассейна, но себестоимость газовых разработок заметно превышает стоимость добычи традиционного газа.

Пока еще рано судить о том, насколько большое влияние может оказать разработка сланцевых газа и нефти. По самым оптимистичным оценкам она незначительно *опустит цены на нефть и газ — до уровня нулевой рентабельности добычи сланцевого газа*. По другим оценкам, держащаяся на дотациях, разработка сланцевого газа скоро окончится совсем.

В 2014 г. разразился скандал в **Калифорнии** — выяснилось, что запасы сланцевой нефти месторождения **Монтерей** были серьезно переоценены, и что реальные запасы примерно в 25 раз ниже, чем предсказывалось ранее. Это привело к снижению общей оценки запасов нефти в США на 39 %. Данный инцидент может вызвать массовую переоценку сланцевых запасов по всему миру.

В сентябре 2014 г. японская компания Sumitomo была вынуждена полностью *свернуть масштабный проект по добыче сланцевой нефти в Техасе, рекордные убытки составили 1,6 млрд долл.* «Задача извлечения нефти и газа оказалась очень сложной», сообщают представители компании.

В 2010 г. Украина выдала лицензии на разведку сланцевого газа для Exxon Mobil и Shell.

В мае 2012 г. стали известны победители конкурса по разработке **Юзовской (Донецкая область)** и Олесской (Львовская) газовых площадей. Ими стали **Shell** и **Chevron**, соответственно. Ожидается, что промышленная добыча на этих участках начнется в 2018–2019 гг. 25 октября 2012 г. Shell начала бурение первой поисковой скважины газа уплотненных песчаников в Харьковской области. Соглашение между компанией Shell и «Надра Юзовская» о разделе продукции от добычи сланцевого газа на Юзовском участке в Харьковской и Донецкой областях было подписано 24 января 2013 г. в Давосе (Швейцария) при участии президента Украины.

В начале 2013 г. Украину захлестнула кампания против разработки сланцевого газа. Роль спускового крючка сыграло подписанное в январе соглашение о разделе прибыли (СРП) с голландско-британской компанией Royal Dutch Shell. Концерн будет разрабатывать месторождения на востоке страны преимущественно в Харьковской и Донецкой областях. Чиновники бодро отрапортовали об успешном подписании эпохального контракта, но люди почему-то «не поняли» всей глубины и степени заботы о них правительства. Совсем наоборот, сразу же пошли разговоры об опасности добычи сланцевого газа и ссылки на запреты

фрекинга во Франции, Великобритании, Румынии и других странах [5].

В ответ раздавались бодрые ответы об экономической независимости и необходимости разработки собственных углеводородов. И тут вдруг совершенно неожиданно оказалось, что сланцы уже бурят! Представители Shell утверждали, что работы пока ведутся только вблизи с. Веселое Харьковской области. Причем ушлые блогеры раскопали, что дорогу из бетонных плит к вышке зачем-то проложили не от ближайшей станции, а от более дальней, и расстояние составило семь километров вместо двух! Тут же последовал логичный вывод, что это было сделано специально, чтобы скрыть от местных жителей масштаб проводимых работ.

Однако самый большой шум поднялся не из-за с. Веселое, а в связи с бурением у с. Яремово, расположенного почти на границе Харьковской и Донецкой областей. Скважина находится почти на берегу Северского Донца, в восьми километрах от заповедного Святогорья с его Лаврой. Вышка здесь работает уже достаточно давно, как минимум с лета. Местные жители уверяют, что вода у них в колодцах совершенно непригодна для питья.

Экологи и активисты не особо доверяют бурильщикам, напоминая, что в нескольких сотнях метров — Северский Донец. Крупнейшая река Восточной Украины снабжает водой расположенный по близости Изюм, Донецк и многие другие города региона. Из колодцев в селе и того самого «водоема» при буровой были взяты образцы воды на экспертизу. В результатах в анализах были обнаружены свинец, висмут и большое количество других минеральных веществ (солей, оксидов, оснований).

По данным геолога Дэвида Хьюза за 2012 г. затраты корпораций на бурение более чем 7 тыс. скважин в США составили 42 млрд долл. Прибыль от продажи добытого сланцевого газа — 32,5 млрд долл. BP заявила об убытках в 5 млрд долл., английская BG Group потеряла 1,3 млрд долл., но хуже всего бывшему лидеру индустрии — Chesapeake Energy, который оказался на грани банкротства.

Техасский консультант-геолог А. Берман заявил: «Сланцевый газ обречен на коммерческий провал. Его себестоимость в 5 раз выше, чем у добытого традиционным путем. Десять лет бурения показали, что корпорации терпят огромные убытки. Почему компании продолжают добычу, на которой теряют деньги? Я — геолог, а не психиатр, чтобы ответить на этот вопрос».

Профессор Блумсбургского университета США Уэнди Ли: «Страны, где собираются добывать сланцевый газ, ждет тоже самое, что произошло у нас. Сначала — короткий бум, какие-то новые рабочие места, но когда пузырь лопнет, останется плохая экология и разрушенная инфраструктура как в Димокке. Также будет и в Латвии, и в Ирландии, и на Украине. Люди столкнутся с еще большими проблемами, чем были у них до того, как пришел газ» [1, 8].

По мнению экспертов в 2013 г. в США не осталось ни одной прибыльной скважины, добывающей сланцевый газ [3, 7].

События в сланцевой отрасли наглядно показывают — преобладающая модель мировой экономики на современной стадии развития международного сообщества нацелена только на рыночное развитие «элитных» стран (например, США) и концепцию саморегулирования международного рынка (включая в принципе саморегуляцию «бизнес» — «государство» конкретных отраслей промышленности, отдельных видов экономической деятельности и природопользования внутри регионов и стран) на региональном и международном уровнях, направленного на реализацию практически только научно-технических, финансовых и других экономических ценностей производящей экономики (в центре внимания которых, безусловно, стоит прибыль, исчисляемая в денежном эквиваленте), которые часто приводят к отрицанию элементарных требований технической безопасности, моральных и правовых ценностей, включая экологические ценности собственной и иных стран [2].

При этом идеи экономической, энергетической и промышленной глобализации и принципы международной экономической, энергетической, продовольственной, промышленной и экологической безопасности, а также основополагающие постулаты устойчивого развития, национальной безопасности конкретных государств находятся в сложной и противоречивой взаимосвязи. В этой связи особую актуальность приобретает объективный анализ опасности вводимых техногенных объектов с точки зрения действующего собственного законодательства по охране окружающей среды и разработанных международных концепций, руководящих материалов и других договоров, соглашений в этой сфере [6].

Выводы:

Основные принципы, препятствующие экономической и экологической целесообразности добычи сланцевых углеводородов.

— Европа отстает от США в освоении сланцевых запасов на 10 лет (отсутствие сверхсовременного, высокоточного оборудования высочайшей износостойкости, обслуживаемого высококвалифицированными рабочими, в том числе при сервисном обслуживании).

— Недостаточная разведанность месторождений способствует неоправданности оптимистичных прогнозов.

— Сложность при добыче сланцевого газа — низкая проницаемость газосодержащих сланцевых пластов (окаменевшая глина с измельченным песком), вследствие чего дебит традиционной вертикальной скважины очень небольшой, поэтому и разработка месторождения становится экономически невыгодной.

— Большие затраты на очистку газа по сравнению с традиционным газом (содержание большого количества примесей — сжимать и сжигать сланцевый газ дороже, чем добытый традиционными методами!) резко увеличивают затраты и делают проблематичным целесообразность его добычи.

— Повышенная взрывоопасность сланцевой нефти.

— Высокое содержание метана во вмещающих породах (30...70 %) — прорыв метана в атмосферу после

гидровзрыва; загрязнение грунтовых вод; высокая сейсмическая активность.

— Пониженная энергетическая рентабельность сланцевых углеводородов: *EROEI для нефти в 2005...2009 гг. составлял 100:1, в настоящее время — 18:1.*

— Промышленная разработка сланцевого газа рентабельна в малонаселенных территориях, характерных для США.

— Сланцевая добыча рентабельна при условии одновременной добычи нефти и газа; рентабельность промышленной добычи сланцевого газа имеет ярко выраженную привязку к экономике того региона, где он добывается.

— Дороговизна бурения скважин нетрадиционного газа в 3...4 раза дороже.

— Необходимость разработки и соблюдения более строгих, чем в США, нормативных актов экологической безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вред добычи сланцевого газа для экологии — Svargaman. Опубликовано Svargaman. Ноябрь 4, 2013 в Международные дела. <http://voprosik.net/vred-dobychi-slancevogo-gaza-dlya-ekologii>.
2. Геращенко, И.О. Вестник Российской Академии Наук / И.О. Геращенко, А.Л. Лapidус. — 2014. — Т. 84. — № 5. — С. 400–433.
3. Годовой Прогноз Развития Энергетики 2012. Июнь 2012. Управление энергетической информации США. Офис Международного энергетического анализа. Министерство энергетики США, Вашингтон, округ Колумбия.
4. Михайлов, Ю.В. Глобальные риски и экологические последствия применения технологии добычи сланцевых углеводородов в Донецком регионе / Ю.В. Михайлов. Междунар. науч.-практ. конф., Донецк 12–13.02.2016 г.
5. Соловьянов, А. Добыча сланцевого газа в Донбассе грозит РФ эко-катастрофой. Интервью / А. Соловьянов. — Москва, Третий Рим, 12 октября 2014.
6. Чиндяйкин, Н. Скрытые угрозы. Грязные сланцы / Н. Чиндяйкин. — ТВ «Звезда», 23.09.2018 г.
7. Джеффи, А.М. Сланцевый газ потрясет мир // The Wall Street Journal / А.М. Джеффи. — USA MAY 10, 2010.
8. Nessebar, D. Добыча сланцевого газа: последствия и проблемы, новости и общество, экономика / D. Nessebar. — December 4, 2014. — ru: <http://fb.ru/article/159815/dobyicha-slantsevogo-gaza-posledstviya-i-problemyi>.

© Михайлов Ю.В., 2019

Михайлов Юрий Васильевич // mikhaylov_44@mail.ru

УДК 631.124

Надеждина Ю.Ю. (Национальный исследовательский Томский политехнический университет)

ЗАБОЛАЧИВАНИЕ ПО ТРАССЕ ЭЛЕГЕСТ-КЫЗЫЛ-КУРАГИНО

Данная статья посвящена анализу факторов, способствующих развитию процесса заболачивания вдоль проектируемой железной дороги Элегест-Кызыл-Курагино. Территория исследований является малоизученной, в связи с этим имеется необходимость в изучении природных условий. В работе анализируются факторы, способствующие развитию заболачивания, такие как гидрология района исследований, суммарное количество выпавших осадков за период времени, геоморфология и рельеф. На основании вынесенных на карту заболоченных участ-

*ков, рассчитан коэффициент пораженности. В заключение сделан вывод о необходимости дальнейших исследований других факторов районирования и сопоставлении результатов исследований. **Ключевые слова:** Кызыл, Курагино, железная дорога, районирование, заболачивание, инженерно-геологические процессы, инженерно-геологические изыскания, высотные отметки, гидрология.*

Nadezhkina Yu.Yu. (National Research Tomsk Polytechnic University)

WATERLOGGING ON THE ROAD ELEGEST-KIZYL-KURAGINO

*This article is devoted to the analysis of factors contributing to the development of the bogging process along the designed Elegest-Kyzyl-Kuragino railway. The research area is poorly studied, and therefore there is a need to study the natural conditions. The factors contributing to the development of waterlogging are analyzed, including the hydrology of the study area, the total amount of precipitation over a period of time, geomorphology and relief. On the basis of the swamps introduced to the map, the affected areas was calculated. In conclusion, the conclusion is made about the need for further studies of other factors of zoning and matching of research results. **Keywords:** Kyzyl, Kuragino, railway, zoning, waterlogging, engineering and geological processes, engineering and geological surveys, altitude, hydrology.*

Введение

В связи с активным освоением новых земель построение карт инженерно-геологического районирования на сегодняшний день актуальная задача. Данной теме посвящено множество работ современных исследователей: так, например, Мартинеса-Граньи А. (2013 г.) [12], Фи Х.Т. (2013 г.) [11], Даниэля Тоблера Д., Койзена Х.-Р. (2013 г.) [13] и др. Вышеуказанные работы так или иначе отражают причинно-следственную связь возникновения и распространения опасных геологических и инженерно-геологических процессов для различных территорий. При районировании важно учитывать цель освоения территории, характер сооружений, динамику природных условий.

Район проектируемой железной дороги Элегест-Кызыл-Курагино является малоизученным и сложным с точки зрения протяженности объекта, неоднородности природных условий. Безопасность протяженных объектов во многом определяется и зависит от места их расположения относительно распространения геологических структур, геологических процессов и других факторов [1]. В данной работе остановимся лишь на одном процессе — заболачивание территории.

Цель работы заключается в построении карт развития заболоченных территорий с выделением наиболее благоприятных и неблагоприятных участков для использования при принятии решений по планированию территорий.

Задачи, которые необходимо выполнить для достижения поставленной цели:

1. Собрать необходимые материалы.
2. Проанализировать гидрологические, геоморфологические, геологические условия района и их влияние на развитие процесса заболачивания.