

— марганцевые руды и плавленый шпат в отдельные периоды снижали долю импортозависимости за счет национальной добычи, но к настоящему времени перешли в разряд полностью импортозависимых;

— перешли в разряд полностью импортозависимых — оловянная руда и олово металлическое;

— продолжают быть полностью импортозависимыми — марганец металлический, рутиловый и цирконовый концентраты, феррониобий, редкоземельные металлы и горный воск.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аренс, В.Ж. Стратегия развития горного дела как основы экономики и национальной безопасности страны / В.Ж. Аренс, А.С. Астахов, Е.А. Козловский, М.И. Щадов // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 1998. — № 3. — С. 63–69.

2. Байбаков, Н.К. О минерально-сырьевой безопасности России (письмо в Совет безопасности РФ) / Н.К. Байбаков, Е.А. Козловский, С.В. Колпаков, М.И. Щадов, М.С. Зотов // Маркшейдерия и недропользование. — 2008. — № 3. — С. 3–9.

3. Заверткин, В.Л. Минерально-сырьевые ресурсы во внешней торговле России / В.Л. Заверткин, В.И. Кусевич, В.А. Киселев // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. — 1996. — № 1. — С. 19–23.

4. Перечень основных видов стратегического минерального сырья / Распоряжение Правительства РФ от 16 января 1996 г. N 50-р. // Собрание законодательства Российской Федерации от 22 января 1996 г., N 4, ст. 390.

5. Хатьков, В.Ю. Регулирование импорта дефицитного для России минерального сырья / В.Ю. Хатьков, Г.Ю. Боярко // Горный журнал. — 2005. — № 9–10. — С. 53–56.

6. Хатьков, В.Ю. О товарных потоках импортозависимых минеральных продуктов / В.Ю. Хатьков // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. — 2017. — № 5. — С. 66–71.

© Хатьков В.Ю., 2018

Хатьков Виталий Юрьевич

## ОХРАНА НЕДР И ЭКОЛОГИЯ

УДК 553.048

Фархутдинов А.М., Галимов А.А., Низамова Л.Р.  
(Башкирский государственный университет)

### К ВОПРОСУ РАЗВИТИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ (НА ПРИМЕРЕ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ)

В статье рассматриваются вопросы развития геотермальной энергетики в Российской Федерации. Приведены основные преимущества использования данного вида возобновляемых источников энергии в сравнении с традиционной углеводородной. Обсуждается успешный проект по строительству Ханкальской геотермальной станции с полной обратной закачкой отработанного флюида. Даны рекомендации по дальнейшему развитию геотермальной энергетики, а также расчеты по возможному сокращению выбросов вредных веществ в атмосферу при вводе в эксплуатацию месторождений термальных подземных вод Чеченской Республики. **Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии, геотермальные воды, геотермальная станция, дублет.

Farkhutdinov A.M., Galimov A.A., Nizamova L.R. (Bashkir State University)

TO THE ISSUE OF GEOTHERMAL ENERGY DEVELOPMENT (ON THE EXAMPLE OF THE CHECHEN REPUBLIC)

The article considers development of geothermal energy in the Russian Federation. The main advantages of using this type of renewable energy sources in comparison with traditional hydrocarbon are given. A successful project of the Khankala geothermal station construction with full reinjection of the used fluid is discussed. Recommendations are given for the further

development of geothermal energy, as well as estimation of possible reduction of harmful substances emissions into the atmosphere in case of geothermal waters deposits of the Chechen Republic commissioning. **Keywords:** renewable energy sources, geothermal waters, geothermal station, doublet.

#### Введение

В ходе конференции по окружающей среде в Абу-Даби (2016 г.) Международное агентство по возобновляемым источникам энергии показало: рост использования альтернативных источников энергии до 36 % приведет к сокращению примерно половины выбросов углекислого газа к 2030 г., что станет важным вкладом в предотвращение глобального потепления. Данное мероприятие проходило впервые после Парижского конгресса по окружающей среде, который был приурочен к Рамочной конференции ООН по изменению климата. Согласно соглашению, одобренному 180 государствами, каждая страна берет на себя обязательства «принимать соответствующие меры по смягчению последствий изменения климата путем ограничения антропогенных выбросов парниковых газов». Россия обязалась сократить выбросы с 25 до 20 %, начиная с 1990 по 2030 г.

#### Мировые показатели

На сегодняшний день около 80 % всей мировой энергии производится за счет сжигания ископаемого топлива. Вследствие этого происходит выброс огромного количества загрязняющих веществ в атмосферу (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> и др.), их повышенное содержание оказывает негативное влияние на экосистемы и здоровье людей [2]. При сжигании 1 т угля в атмосферу выбрасывается 1912 кг CO<sub>2</sub>, 56,9 кг SO<sub>2</sub> и 4 кг NO<sub>2</sub>. В больших концентрациях данные соединения повышают частоту респираторных заболеваний (бронхит, астма), поражают печень и кровеносную систему человека [11].

Таблица 1

Использование геотермальных ресурсов для производства электроэнергии в различных странах [5]

Страна	Установленная мощность, МВт, 2010	Выработка энергии, ГВт/ч, 2010	Установленная мощность, МВт, 2015	Выработка энергии, ГВт/ч, 2015	Прогноз на 2020, МВт	Увеличение с 2010			
						МВт	ГВт/ч	Мощность, %	Энергия, %
Китай	24	150	27	150	100	3	0	12	0
Коста-Рика	166	1131	207	1511	260	41	380	24	34
Франция	16	95	16	115	40	0	20	0	21
Германия	6.6	50	27	35	60	20.4	-15	309	-30
Россия	82	441	82	441	190	0	0	0	0
<b>Всего в мире</b>	<b>10897</b>	<b>67246</b>	<b>2635</b>	<b>73549</b>	<b>21443</b>	<b>1738</b>	<b>6303</b>	<b>16</b>	<b>9</b>

Таблица 2

Использование геотермальных ресурсов для производства тепла в различных странах [10]

Страна	Мощность, МВт	Годовое использование, ТДж/год, 2010	Годовое использование, ГВт/год, 2010
Китай	8898	75348.3	20931.8
США	12611.46	56551.8	15710.1
Швеция	4460	45301	12584.6
Турция	2084	36885.9	10246.9
Россия	308.2	6143.5	1706.7
<b>Всего</b>	<b>50583</b>	<b>438071</b>	<b>121696</b>

Альтернативные источники энергии характеризуются экологичностью использования, так как не предполагают сжигания топлива. Одним из важнейших направлений в развитии возобновляемых источников является геотермальная энергетика, характеризующаяся своей безопасностью и практически повсеместностью распространения. Мировой валовой потенциал геотермальной энергии глубин до 10 км оценивается в 18 000 трлн т условного топлива\* (т.у.т.), что в 1700 раз превышает мировые запасы органического. В России данный показатель равен 180 трлн т.у.т. [12]. Потенциал изученных геотермальных ресурсов мира составляет 200 ГВт электрической и 4400 ГВт тепловой мощности [1]. Геотермальную энергию недр используют как для выработки электроэнергии (табл. 1), так и для производства тепла (табл. 2).

Количество стран, использующих геотермальную энергию для производства тепла, увеличилось в период с 2000 по 2010 г. с 58 до 78. Экономия энергии ежегодно составляет 46,2 млн т нефти, что предотвращает выбросы в атмосферу 46,6 млн т С и 148,2 млн т CO<sub>2</sub> [3].

В Исландии, например, альтернативные источники покрывают 25 % всей энергетики страны и около 90 % всех домов отапливаются за счет термальных подземных вод. Широкому развитию геотермии способствует активная государственная поддержка использования альтернативных источников, в том чи-

\* Тонна условного топлива (т.у.т.) (единица измерения топлива, равная по своей энергетической ценности тонне угля). В России за т.у.т. принимается теплотворная способность 1 кг каменного угля = 29.3 МДж.

сле ценовая политика — стоимость их значительно ниже, чем нефти и газа [8]. Примечателен также опыт развития геотермальной энергетики в Швейцарии, где запасы термальных подземных вод не так высоки. Сначала внутреннее тепло Земли там использовалось в курортно-туристических целях, но в 2015 г. Швейцарское федеральное

управление энергетикой пересмотрело ряд положений в Энергетической стратегии страны на 2050 г. Согласно данному документу к 2050 г. геотермальные электростанции должны производить 4400 ГВтч/год при нынешнем потреблении около 60 000 ГВтч/год. Эта амбициозная цель может быть достигнута только при наличии адекватных рамочных условий и энергоснабжающих компаний, которые будут эффективно выполнять геотермальные проекты. С 2008 г. геотермальное бурение в стране поддерживается национальной программой — гарантии рисков до 50 % [9].

Основные запасы подземных вод нашей страны расположены на Камчатке, Курильских островах, Северном Кавказе. Всего в России разведано 66 гидро-термальных месторождений с производительностью более 240 000 м<sup>3</sup>/сут. термальных вод и пара, пробурено свыше 4000 скважин для использования геотермальных ресурсов [4].

#### Ханкальская геотермальная станция

Один из недавних примеров реализации геотермальных проектов — Ханкальская геотермальная станция в Чеченской Республике, занимающей 3 место среди регионов РФ по утвержденным запасам месторождений термальных подземных вод (табл. 3) [7].

Реализация проекта начата в 2013 г. консорциумом «Геотермальные ресурсы», куда входят Грозненский государственный нефтяной технический университет имени М.Д. Миллионщикова, ООО «АрэнСтрой-центр» и Государственный геологический музей имени В.И. Вернадского РАН, при поддержке Министерства образования и науки РФ и научном сопро-

**Таблица 3**  
Оценка тепловых ресурсов месторождений термальных подземных вод Чеченской Республики

Месторождение	Средняя температура на устье скважины, °С	$T_{\text{добычи}} - T_{\text{закачки}}, ^\circ\text{C}$	Эксплуатационные запасы, тыс. м <sup>3</sup> /сут	КПД теплообменника	Возможная выработка тепла, ГДж/сут	Суммарное количество тепла, ГДж/сут
Ханкальское	81.5	36.5	15.6	0.9	2145	7347
Червленное	76	31	5.2		607	
Каргалинское	96.5	51.5	5.0		970	
Новогрозненское	77	32	3.41		411	
Остальные	87.5	42.5	20		3213	

**Таблица 4**  
Экологические аспекты эксплуатации термальных подземных вод Чеченской Республики [6]

Месторождение	Возможная выработка тепла, ГДж/год	Суммарное количество тепла, ГДж/год	Тонн условного топлива в год	Сокращение выбросов CO <sub>2</sub> , т/год	Суммарное сокращение выбросов CO <sub>2</sub> , т/год
Ханкальское	782925	2681290	26720.98	72146.65	247081.25
Червленное	221555		7561.6	20416.32	
Каргалинское	354050		12083.61	32625.75	
Новогрозненское	150015		5119.96	13823.9	
Остальные	1172745		40025.42	108068.63	

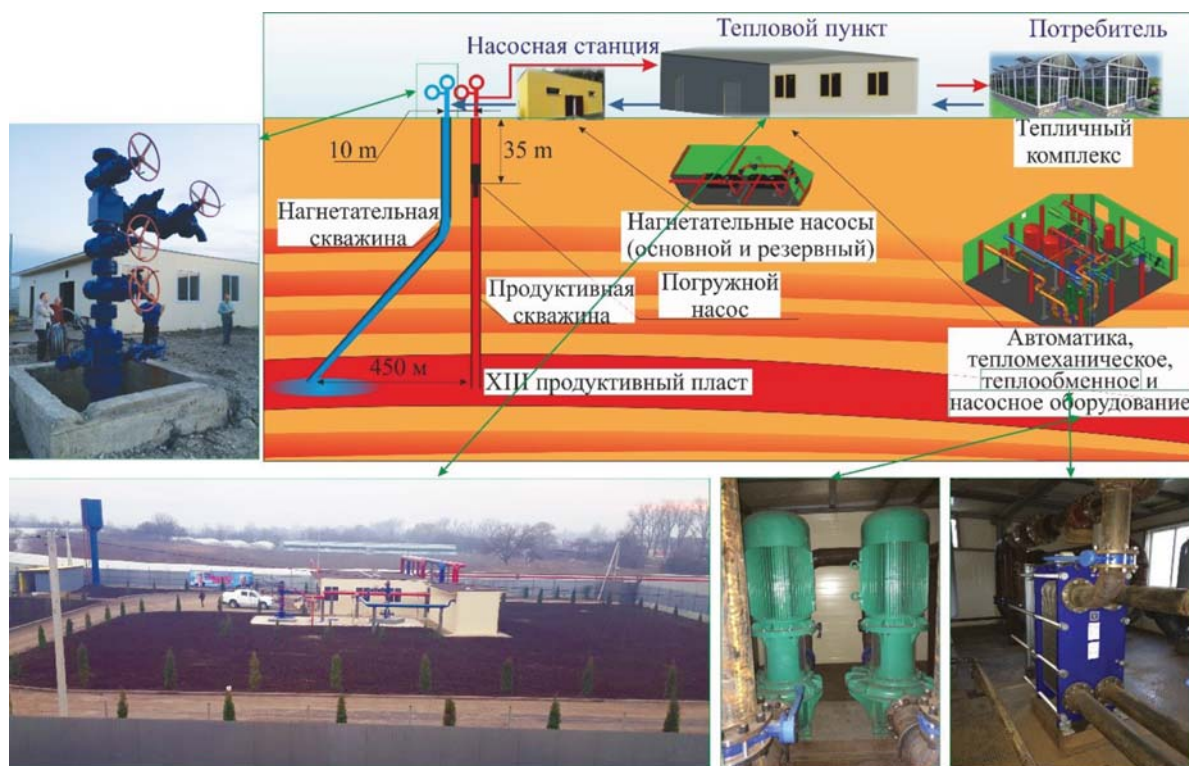
вождении BRGM («Бюро геологических и горных исследований», Франция).

Проект успешно завершился в начале 2016 г. запуском Ханкальской геотермальной станции, использующей термальные подземные воды XIII продуктивного пласта месторождения и работающей по дублетной системе со 100 % обратной закачкой ис-

пользованных вод. Станция тепловой мощностью в 5,45 Гкал/час ориентирована на обогрев тепличного комплекса (рисунок) [5].

Установка подобных станций с дублетными циркуляционными системами отбора тепла на разведанных месторождениях термальных подземных вод Чеченской Республики позволит уменьшить количество выбросов CO<sub>2</sub> на 247 тыс. т/год (табл. 4).

Использование циркуляционных систем с полной обратной закачкой позволяет также минимизировать риск просадки грунта в пределах зоны эксплуатации и избежать теплового и химического загрязнения вследствие слива термальной воды на поверхность.



Схематический рисунок Ханкальской геотермальной станции [11]

## Заключение

Указом Президента 2017 год был объявлен годом экологии, в связи с чем особенно актуальна проблема использования альтернативных источников энергии. Уровень развития государства во многом определяется успешностью в решении экологических вопросов, в том числе с применением таких возобновляемых экологически чистых источников энергии, как термальные подземные воды. Для полномасштабного внедрения новых технологий и развития геотермии в стране необходима государственная поддержка. Чеченская Республика может стать платформой для нового этапа развития геотермальной энергетики в России с использованием современных высокотехнологичных методов эксплуатации термальных подземных вод, что внесет существенный вклад в экономику и производство тепла и электроэнергии без вреда для экологии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алхасов, А.Б. Технологии освоения геотермальных ресурсов разного энергетического потенциала / А.Б. Алхасов // Возобновляемая энергетика: проблемы и перспективы: Матер. науч. сессии Института проблем геотермии, посвященной Дню российской науки. — Махачкала, 2014. — Вып. 3. — С. 4–11.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году». — Уфа, 2016.
3. Попель, О.С. Перспективные ниши и технологии использования возобновляемых источников энергии в России / О.С. Попель // Ползуновский вестник. — 2012. — № 4. — С. 164–172.

4. Редько, А.А. Современное состояние мировой геотермальной энергетики / А.А. Редько и др. // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. — 2009. — № 9. — С. 34–41.
5. Фархутдинов, А.М. Перспективы использования теплоэнергетических вод Чеченской Республики на базе опыта аналогичных работ во Франции (Парижский бассейн) / А.М. Фархутдинов, Р.А. Исмагилов, И.М. Фархутдинов, С.В. Черкасов, М.Ш. Минцаев // Вестник Томского государственного университета. — 2015. — № 389. — С. 257–264.
6. Фархутдинов, А.М. Термальные подземные воды Чеченской Республики: новый этап использования / А.М. Фархутдинов, С.В. Черкасов, М.Ш. Минцаев, А.А. Шаипов // Природа. — 2017. — № 3 (1219). — С. 28–35.
7. Farkhutdinov, A. A case study of the modeling of a hydrothermal reservoir: Khankala deposit of geothermal water / A. Farkhutdinov, P. Goblet, de C. Fouquet, S.V. Cherkasov // Geothermics. — 2016. — Т. 59. — P. 55–56.
8. Fridleifsson, Ingvar B. Direct use of geothermal energy around the world / Ingvar B. Fridleifsson // Geo-Heat Center Quarterly Bulletin. — 1998. — V.19. — № 2. — P. 1–9.
9. Link, K. Geothermal Energy in Switzerland — Country Update / K. Link, L. Rybach, S. Imhasly, R. Wyss // Proceedings World Geothermal Congress, 2015. — P. 1–10.
10. Lund, J.W. Direct Utilization of Geothermal Energy 2010 Worldwide Review / J.W. Lund, H.H. Freeston, T.L. Boyd / Proceedings of World Geothermal Congress 2010, Bali, Indonesia, 26–30 April, 2010. — 23 p.
11. Matek, B. Promoting geothermal energy: Air emissions comparison and externality analysis / B. Matek // Geothermal Energy Association. — Washington, DC, 2013. — 19 p.
12. Pal, R. Analysis of geothermal heating system for buildings / R. Pal // International journal of engineering sciences and research technology. — 2013. — № 2 (8). — P. 261–264.

© Фархутдинов А.М., Галимов А.А., Низамова Л.П., 2018

Фархутдинов Анвар Мансурович // anvarfarh@mail.ru  
Галимов Айдар Айратович // kaegkeg@mail.ru  
Низамова Ляйсан Рафаэлевна // lyaisan\_21@mail.ru

## РЕЦЕНЗИЯ НА МОНОГРАФИЮ

УДК 504.4+316.4

**Викулин А.В.**, **Вольфсон И.Ф. (РОСГЕО),**  
**Викулина М.А., Долгая А.А. (КамчатГТУ)**

### ЦИВИЛИЗАЦИЯ ГЛАЗАМИ КАТАСТРОФ: ПРИРОДНЫХ И СОЦИАЛЬНЫХ

#### Неординарный взгляд на проблему

Данная монография представляет собой весьма необычную и, можно сказать, нетрадиционную для геологии работу, созданную авторами на стыке наук о Земле, со знаниями о биосоциальных процессах, происходивших на протяжении длительной всеобщей истории. При этом главное внимание уделено связям мощных катастрофических геологических процессов (сейсмичности, вулканизма и т.д.) с процессами социальными. В этом смысле рассматриваемый труд находится в русле научного направления «Эндогенная активность Земли и биосоциальные процессы», поддерживаемого Российским геологическим обществом, под эгидой которого проводятся соответствующие научные конференции (ГеоБио-2014 и др.).

В монографии собраны данные о многочисленных природных и социальных катастрофах и проведен их анализ, который подтверждает мысль Аристотеля — Лейбница — Маха о единстве окружающего нас мира — живой и неживой природы и социума. С таким выводом авторов можно согласиться, так как в его основе не априорные предположения, а количественный анализ базы данных по наиболее сильным природным катастрофам и значимым социальным явлениям, включающей  $N = 2771$  событий, произошедших в течение последних 59 веков человеческой истории. В этом видится и самостоятельное значение работы, так как сегодня совершенно ясно, что создание подобных информационных баз данных дает уникальную возможность ученым не опираться при доказательствах той или иной концепции на отдельный частный факт, а оперировать статистически значимыми закономерностями и выявлять обоснованные тенденции в проявлениях природных и социальных явлений.

Авторы очень корректно все события списка «взвесили» по величине  $J$  (баллу) по одной логарифмической шкале с использованием социально значимых параметров: количества потерянных человеческих