

**IV Всероссийская молодежная  
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

412-1

**18-20 ноября 2021 года**

---

**УДК 620.92**

Е.А. Майер, студент гр. ЭТ-201 (БГТУ им. В. Г. Шухова)  
Ю.В. Васильченко, к.т.н., доц. (БГТУ им. В. Г. Шухова)  
г. Белгород

**ПЕРЕХОД К ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМ ИСТОЧНИКАМ ЭНЕРГИИ**

Использование альтернативных источников энергии является темой всем известной. Каждый, кто живёт в технологически развитом обществе, слышал и отдалённо понимает проблему современного энергопроизводства и энергоснабжения, но лишь немногие задумывались о том, как разумно, без нанесения ему вреда, использовать все особенности окружающего нас мира для обеспечения наших энергетических потребностей и не наносить большего вреда природе, в стремлениях обезопасить её от жизнедеятельности человека. Двадцать первый век – век «зелёной энергетики». Россия, как и многие другие государства, стремится развивать чистую энергетику, не способную наносить существенного вреда окружающей среде и здоровью гражданам Российской Федерации. У нас есть абсолютное преимущество в плане территориальной, научной, климатической, ресурсной обеспеченности перед странами Европы, Азии, Африки, позволяющее нам совершить частичный переход к возобновляемым источникам энергии. Но как именно должен произойти этот переход, как рационально воспользоваться нашими преимуществами, об этом и будет эта статья.

Наличие огромных территорий подразумевает под собой возможность выбора зон, пригодных для размещения энергоустановок разного типа и принципа действия. Одной из таких энергетических установок является геотермальная станция, являющаяся преобразователем тепловой энергии Земли, выходящей из ее глубинных слоев в верхние поверхностные слои за счет теплопроводности твердых пород, а также в виде горячей воды или парогазовой смеси [1]. Особенность таких станций заключается в их энергoeffективности, отсутствии потребности в топливе, дешевизне электроэнергии, относительной безопасности и генерацией чистой или практически чистой энергии. История их промышленного использования насчитывает более 50 лет эксплуатации геотермальных станций разных конструкций и модификаций по всему миру, в том числе и в России. Суммарная геотермальная энергия, поступающая из недр Земли к её поверхности, оценивается в 32 тысячи ГВт [2], что делает развитие геотермальной энергетики многообещающей. Но энергоустановки, преобразующие тепло нашей планеты, требуют особых условий

**IV Всероссийская молодежная  
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

412-2

18-20 ноября 2021 года

---

подземного формирования, которые нужно изучать путём многих анализов геологической разведки. Ещё в 1995 году, в России, была создана карта геотермического режима земной коры территории Российской Федерации, обобщающая большее количество геотермических измерений в скважинах и горных выработках [3], на основе которой можно вычислить примерное место расположения проекта геотермальной стации и сделать более точные измерения подземных условий предполагаемого места бурения скважины. Учитывая данные этой карты, можно выявить наиболее подходящие территориальные области для бурения скважин и последующего их реализации. Подобные областями для бурения скважин должны иметь высокий уровень геотермального градиента.

Такие блочные ГеоЕС имеют некоторые преимущества себестоимости выработанной энергии за счёт удешевления строительства и эксплуатации геотермального комплекса и его скважин. К таким техническим новшествам, российской разработки, относятся гравитационные сепараторы, являющиеся нечувствительными к паросодержанию разделяемой пароводяной смеси, обладающие большей компактностью и металлоёмкостью, по сравнению с зарубежными аналогами других типов. Неменьшим по значимости новшеством можно считать трубы из базальтового волокна, используемых для трубопровода. Они дешевле труб из нержавеющей стали, способны выдерживать большие механические нагрузки, не подвержены коррозии и очень перспективны для применения на ГеоЕС. Подобная технология для труб была применена в проекте МГеоЕС для трубопровода реинжекции конденсата.

На 2020 год мощность геотермальной энергетики в России составляла 74 МВт. Кроме получения электроэнергии, геотермальная энергия используется для отопления и горячего водоснабжения: установленная тепловая мощность геотермальных систем теплоснабжения составляет 310 МВт, а годовое потребление достигает 170 млн кВт·ч. Имеются оценки, согласно которым потенциал геотермальной энергии в России значительно превышает запасы органического топлива (до 10-15 раз). Выявленные в России запасы геотермальных вод (температура 40-200 С, глубина залегания до 3500 м) составляют около 14 млн м<sup>3</sup> горячей воды в сутки, что соответствует около 30 млн тонн условного топлива. Следуя из всего выше изложенного, можно уверенно утверждать о том, что геотермальная энергетика может оказаться, если не основой, то существенный вклад в Российскую отрасль зелёной энергетики.

Однако, геотермальная энергетика представляет собой, лишь, дополнением ко всей зелёной энергетической отрасли, основой же которой является ядерная энергетика. Ядерная энергия является ключом к

**IV Всероссийская молодежная  
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

412-3

**18-20 ноября 2021 года**

---

экологически чистому будущему человечества. Это мнение разделяет не все страны. Главной причиной нераспространённости и полномаштабного отказа от энергии, получаемой делением атома является большое количество радиоактивных отходов и страх перед повторением аварии, такой как на чернобыльской АЭС. Но, научный и технологический прогресс не стоит на месте, и, на сегодняшний день, существуют отработанные технологии, способные снизить риск как возникновения аварий, так и возможности оказаться в мире, утопающем в радиоактивных отходах. Речь идёт о замкнутом цикле ядерной энергетики. Применяя реакторы на быстрых нейтронах (реакторы-размножители, реакторы-бридеры), можно гораздо полнее использовать природное ядерное горючее. Применительно к этим реакторам можно рассматривать  $^{239}\text{Pu}$  и  $^{233}\text{U}$  как исходное ядерное топливо, а  $^{238}\text{U}$  и  $^{232}\text{Th}$  – как своего рода сырье, из которого в реакторе получается вторичное ядерное топливо, то есть новые порции  $^{239}\text{Pu}$  и  $^{233}\text{U}$ . Таким образом, в реактор-размножитель загружается исходное ядерное топливо ( $^{239}\text{Pu}$  или  $^{233}\text{U}$ ) и атомное сырье ( $^{238}\text{U}$  или  $^{232}\text{Th}$ ). Реактор производит тепловую энергию, преобразуемую на АЭС в электрическую, и дает вторичное ядерное топливо. В одних реакторах расходуемое и воспроизводимое ядерное топливо –  $^{239}\text{Pu}$ , в других –  $^{233}\text{U}$ . Если быстрый реактор загрузить сразу плутониевым топливом в смеси с неделяющимся ураном  $^{238}\text{U}$ , то нового плутония в нем образуется даже больше, чем сгорает в процессе работы. Получается, что быстрый реактор обладает уникальным и очень ценным свойством – он способен воспроизводить ядерное топливо, полностью в процессе своей работы восполняя его выгорание и даже увеличивая массу горючего [4].

Исходя из вышеизложенного, и из того, что в России, на 2020 год, запасов в форме «пустой» породы от урана-235 хранится почти 800 тысяч тонн урана, 23 тысячи тонн сырья для будущего топлива хранятся в виде отработавшего ядерного топлива, а так же ежегодный объём производства урана, равный 2911 тонн, на 2019 год, и немалый объём оружейного плутония и высокообогащённого урана, наша страна способна обеспечить себя ядерным топливом на многие сотни лет, даже, с учётом роста потребления этого топлива в ходе полномаштабного строительства и введения в эксплуатацию новых ядерных реакторов.

Что касается ветроэнергетики, то она имеет массу минусов в Российских климатических условиях. Промышленные ветрогенераторы должны иметь не малые размеры, что делает их не пригодными для использования в местах проживания людей. Не стоит забывать про проблемы, которые могут возникнуть при эксплуатации таких энергоустановок: неправильное устройство фундамента,

**IV Всероссийская молодежная  
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

412-4

**18-20 ноября 2021 года**

---

обледенение лопастей и других частей генератора, отключение/поломка тормозной системы, отключение, нестабильность работы генератора, пожары, удары молний, шум и вибрации. Другая неожиданная особенность ветряных энергоустановок проявилась в том, что они оказались источником достаточно интенсивного инфразвукового шума, неблагоприятно воздействующего на человеческий организм. Перед установкой ветрогенераторов, нужно производить изучение местности и среднегодичные скорости движение воздушных потоков, от которых напрямую зависит эффективность подобных энергостанций. Преимущественно, ветрогенераторы, промышленного масштаба, следует устанавливать вдоль береговых линий, где присутствуют бризы и муссоны, а так же на полуостровах и островах в Восточной части России.

Солнечная энергетика не сможет получить широкого распространения на территории Российской Федерации, так как немалая площадь страны находится в условиях дефицита прямого солнечного света. Производство электроэнергии за счёт преобразования солнечный энергии возможно, в частном секторе, в основном, в тех местах, где существуют перебои или полное отсутствие центральной энергосистемы, но небольшие. Минусами данной энергоустановки является дороговизна оборудования, прямая зависимость от погодных и климатических условий, а также беспрецедентная потребность в высокоразвитой инфраструктуре. Также, СЭС достаточно землеемки из-за весьма рассеянного характера поступления СИ на Землю [5].

В этой статье упомянуты не все альтернативные источники энергии, но многие из них, наиболее эффективные или наоборот, менее эффективные, для возможности осуществления сравнительной оценки и разумного перехода к возобновляемым источникам энергии в России.

**Список литературы:**

1. Алхасов А.Б., Возобновляемая энергетика. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 256 с.
2. В.Г.Лабейш. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учеб. пособие. - СПб.: СЗТУ, 2003.-79 с.
3. Богуславский Э.И., Освоение тепловой энергии недр [Электронный ресурс]: монография. – СПб.: Наукоемкие технологии, 2020. – 435 с. – URL: <https://publishing.intelgr.com/archive/osvoenie-teplovoy-energii-nedr.pdf>. (дата обращения: 08.11.2021)

**IV Всероссийская молодежная  
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

412-5

**18-20 ноября 2021 года**

---

---

4. Балошин Ю.А. Заричняк Ю.П. Успенская М.В., Физические основы ядерной энергетики: Учебное пособие. Часть II. – СПб: Университет ИТМО, 2015. - 88 с.
5. Виссарионов В.И., Дерюгина Г.В., Кузнецова В.А., Малинин Н.К., СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: Учебное пособие для вузов / Под ред. В.И.Виссарионова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. - 319 с.

Информация об авторах:

Майер Евгений Андреевич, студент гр. ЭТ-201, БГТУ им. В. Г. Шухова, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, [mayer\\_2002@inbox.ru](mailto:mayer_2002@inbox.ru)

Васильченко Юрий Викторович, к.т.н., доц., БГТУ им. В. Г. Шухова, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, [vasilchenkoyuri@yandex.ru](mailto:vasilchenkoyuri@yandex.ru)