

УДК 620.92

## ПРЯМЫЕ МЕТОДЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ И АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЗДАНИЙ

**Тюрина Ангелина Александровна**, студент, направление подготовки 08.03.01 Строительство, Оренбургский государственный университет, Оренбург  
e-mail: angelinatyurina2002@mail.ru

**Немыткова Елизавета Андреевна**, студент, направление подготовки 08.03.01 Строительство, Оренбургский государственный университет, Оренбург  
e-mail: nemytikovaa@gmail.com

Научный руководитель: **Закируллин Рустам Сабирович**, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой теплогазоснабжения, вентиляции и гидромеханики, Оренбургский государственный университет, Оренбург  
e-mail: rustam.zakirullin@gmail.com

***Аннотация.** В статье затронуты актуальные проблемы глобального изменения климата и дано общее понятие об энергии. Целью статьи является обзор физических и электронных основ солнечной энергетики и других альтернативных энергетических технологий для дальнейших исследований возможности их использования в условиях Оренбургской области. Представлена сравнительная информация о преимуществах и недостатках различных видов технологий, содержащая технические, экономические, социальные и экологические аспекты их применения. Полученные данные имеют практическую значимость при выборе тех или иных альтернативных энергетических технологий для конкретного района с учетом природно-климатических условий, чтобы наилучшим образом заменить традиционные способы получения энергии в этом районе, а также замедлить загрязнение окружающей среды.*

***Ключевые слова:** энергия, солнечная энергетика, климат, альтернативные источники энергии, ветровая энергетика, энергия океана, гидроэнергетика, геотермальная энергия, биоэнергетика.*

***Для цитирования:** Тюрина А. А., Немыткова Е. А. Прямые методы преобразования солнечной энергии и альтернативные источники энергии для зданий // Шаг в науку. – 2023. – № 2. – С. 74–78.*

## DIRECT METHODS FOR CONVERTING SOLAR ENERGY AND ALTERNATIVE ENERGY SOURCES FOR BUILDINGS

**Tyurina Angelina Aleksandrovna**, student, training program 08.03.01 Construction, Orenburg State University, Orenburg  
e-mail: angelinatyurina2002@mail.ru

**Nemytikova Elizaveta Andreevna**, student, training program 08.03.01 Construction, Orenburg State University, Orenburg  
e-mail: nemytikovaa@gmail.com

Research advisor: **Zakirullin Rustam Sabirovich**, Doctor of Technical Sciences, Assistant Professor, Head of the Department of Heat and Gas Supply, Ventilation and Hydromechanics, Orenburg State University, Orenburg  
e-mail: rustam.zakirullin@gmail.com

***Abstract.** The article touches upon the actual problems of global climate change and gives a general concept of energy. The purpose of the article is to review the physical and electronic foundations of solar energy and other alternative energy technologies for further research on the possibility of their use in the conditions of the Orenburg region. Comparative information is presented on the advantages and disadvantages of various types of technologies, containing technical, economic, social and environmental aspects of their application. The data*

obtained are of practical importance when choosing one or another alternative energy technology for a particular area, taking into account natural and climatic conditions, in order to best replace traditional methods of generating energy in this area, as well as slow down environmental pollution.

**Keywords:** energy, solar energy, climate, alternative energy sources, wind energy, ocean energy, hydropower, geothermal energy, bioenergy.

**Cite as:** Tyurina, A. A., Nemytikova, E. A. (2023) [Direct methods for converting solar energy and alternative energy sources for buildings]. *Shag v nauku* [Step into science]. Vol. 2, pp. 74–78.

В ближайшие десятилетия применение альтернативных энергетических технологий ожидает большой рост как в связи с ограниченностью запасов традиционного ископаемого топлива, так и исходя из требований устойчивого развития мировой экономики и бережного отношения к окружающей среде. Рассмотрению этого актуального вопроса современной цивилизации посвящено огромное количество литературы [1–9]. Освоение ресурсов возобновляемых источников энергии потребует от науки и промышленности разработки новых технологических решений, чтобы замедлить глобальное загрязнение окружающей среды, Мирового океана и атмосферы. В ближайшем будущем мировая экономика столкнется с огромными вызовами, которые необходимо будет решать, постоянно увеличивая долю экологически дружелюбных ресурсов возобновляемой энергии.

*Изменение климата* относится к изменениям глобального или регионального климата во времени. Оно описывает изменчивость среднего состояния атмосферы за периоды времени от десятилетий до миллионов лет [2]. Эти изменения могут быть вызваны внутренними процессами в земле или внешними силами.

*Факторы изменения климата* отражают изменения в атмосфере Земли и океанах. Существуют многочисленные природные факторы, влияющие на изменение климата: *парниковые газы*, вызывающие парниковый эффект в результате как природных, так и антропогенных факторов и являющиеся первопричиной глобального потепления; *солнечные вариации*, состоящие из изменений солнечных пятен и солнечной вспышечной активности, которые существенно влияют на температуру Земли, при этом энергия Солнца, которая преобразуется в тепло на земной поверхности, является наиболее важным фактором, определяющим земной климат; *вариации орбиты Земли* вокруг Солнца, приводящие к изменчивости поглощения солнечной энергии, потому что небольшие изменения земной орбиты приводят к значительным изменениям в распределении и избытке солнечного света, достигающего земной поверхности; *вулканизм*, оказывающий значительное влияние на климат, вызывая похолодание на периоды в несколько лет; *оледенение*, *изменчи-*

*вость океана* и его взаимодействие с атмосферой; *влияние человека* на изменение климата. Все эти факторы в системе дают значительное изменение климата на нашей планете.

Энергия в физике, химии и природе рассматривается в многочисленных формах, каждая из которых подразумевает способность выполнять работу. Энергия преобразовывается из одной формы в другую, но она никогда не создается и не уничтожается. Метеорологические явления, такие как ветер, дождь, град, снег, молния, торнадо и ураганы, являются результатом энергетических преобразований, вызванных солнечной энергией.

*Солнечные или фотоэлектрические элементы* представляют собой электронные устройства, которые преобразовывают энергию солнечного света в электрическую энергию или электричество. Физика солнечных элементов основана на тех же полупроводниковых принципах, что и у диодов и транзисторов, из которых состоит вся электроника. Солнечные батареи преобразуют энергию, пока есть солнечный свет. При попадании света на металл высвобождаются электроны, которые притягиваются к положительно заряженной пластине, что приводит к возникновению фотоэлектрического тока.

Что касается *физики солнечных элементов*, то большинство солнечных элементов изготавливается из такого полупроводникового материала, как кремний, сочетающий в себе свойства проводника и изолятора. Полупроводниковые элементы изготавливаются путем сплавления двух смежных легированных кремниевых пластин. Легирование подразумевает добавление к кремнию положительных и отрицательных агентов, таких как фосфор и бор. Фосфор создает свободный электрон, который производит материал N-типа. Бор создает «дырку» или нехватку электрона, что приводит к образованию материала P-типа. Материал N-типа имеет склонность терять электроны и приобретать дырки, поэтому он приобретает положительный заряд. Материал P-типа имеет склонность терять дырки и приобретать электроны, поэтому он приобретает отрицательный заряд.

В солнечных элементах, когда PN-переход подвергается воздействию солнечного света, устройство преобразует поток фотонов, формирующих ви-

димый свет, в движение электронов. Следовательно, электроника солнечного элемента заключается в создании электростатического поля в PN-переходе путем столкновения фотонов.

*Компоненты солнечной энергетической системы.* Фотомодули представляют собой лишь базовый элемент солнечной энергосистемы. Они работают в сочетании с дополнительными компонентами.

*Аккумуляторные батареи* используются для хранения энергии после прекращения дневного света, напряжение постоянного тока от солнечной батареи используется для зарядки соответствующего набора аккумулятирующих батарей.

*Инверторы* – это устройства, преобразующие постоянный ток в переменный. Хотя они обычно разрабатываются для конкретных приложений, основные принципы преобразования остаются теми же. В целом, большинство инверторов, используемых в фотоэлектрических приложениях, построены из чувствительных полупроводниковых электронных устройств.

*Системы слежения за Солнцем* (трекеры) представляют собой опорные платформы, которые ориентируют сборки солнечных фотоэлектрических модулей, отслеживая движение Солнца от восхода до заката, тем самым максимально повышая эффективность выработки солнечной энергии.

По закону косинуса Ламберта, интенсивность света, падающего на плоскость панели, прямо пропорциональна косинусу угла между лучом от источника света и нормалью к плоскости. Когда в летнее время Солнце находится прямо над головой, интенсивность максимальна, потому что косинус угла равен нулю.

Основной задачей всех солнечных трекеров (полярных, горизонтальных, пассивных, активных, вертикальных) является минимизация значения косинуса угла и максимизация солнечной интенсивности на плоских панелях.

*Потери в солнечной энергетической системе.* При проектировании систем когенерации солнечной энергии чистый выход энергии должен рассчитываться с учетом потерь, связанных с полностью интегрированной системой. Как правило, потери возникают из-за элементов конструкции и условий окружающей среды, описанных ниже.

- Снижение фотовольтаического постоянного тока, указанного в паспортной табличке.
- Потери инвертора и согласующего трансформатора.
- Несоответствие соединения массива фотоэлектрических модулей.
- Потери обратного диода.
- Потери в проводке постоянного тока.

- Потери в проводке переменного тока.
- Грязь фотоэлектрического модуля и потери на пайке.
- Доступность системы и среднее время наработки на отказ.
- Потери из-за угла наклона массива.

*Пассивное солнечное отопление.* Термин «пассивный» подразумевает, что солнечная энергия собирается при прямом воздействии на жидкости, которые поглощают тепловую энергию.

*Пассивное солнечное водонагревание* – простейший метод сбора энергии за счет воздействия солнечных лучей на трубы, заполненные жидкостью [7]. Современные пассивные солнечные панели, которые нагревают воду для бассейнов и общего бытового использования, состоят из комбинации увеличительных стекол и труб, заполненных жидкостью.

*Солнечное охлаждение и кондиционирование воздуха.* Охлаждение и кондиционирование воздуха обычно ассоциируются с автономными электромеханическими устройствами, подключенными к источнику электроэнергии. Они обеспечивают кондиционированный воздух для помещений, в которых мы живем, а также для охлаждения продуктов питания и других товаров.

*Прямое производство солнечной электроэнергии* предполагается в проекте, предпринятом компанией Solargenix Energy (США), в котором используются специальные параболические отражатели, концентрирующие солнечную энергию в круглых трубах, расположенных в фокальном центре параболы.

*Топливные элементы* представляют собой устройства преобразования энергии, которые производят электричество путем химического окисления реагента или топлива. Реакция окисления протекает в присутствии электролитов, которые действуют как катализаторы и отрывают электроны от атомов топлива, способствуя циркуляции электронов или электрического тока по внешнему проводящему пути.

В типичном *топливном элементе с водородно-кислородной протонообменной мембраной* полимерная мембрана, проводящая протоны, или электролит, разделяет анодную и катодную стороны и производит воду в качестве побочного продукта.

*Топливные элементы с полимерно-электролитной мембраной* состоят из биполярных или двухэлектродных пластин. Эти пластины имеют фрезерованную или рифленую структуру газового канала, изготовленную из проводящего пластика, в котором для повышения проводимости используются углеродные нанотрубки [3].

*Проблемы топливных элементов.* Одной из наиболее важных проблем при проектировании топливных элементов является внутренний контроль воды и тепла. Химическая реакция между реагентами и окислителями приводит к образованию сточных вод и значительному количеству тепла, которые необходимо контролировать и регулировать. В противном случае работа топливного элемента не может поддерживаться в течение продолжительных периодов времени.

*Эффективность топливного элемента* определяется как количество энергии, которое может быть передано нагрузке. Большие нагрузки требуют более высокого тока, что увеличивает потери в топливном элементе. Другими словами, чем больше требуемая мощность, тем больше потребляемый ток, что приводит к большему падению напряжения и снижению эффективности.

*Регенеративные топливные элементы* – технология, которая все еще находится на ранней стадии исследований и разработок, представляет собой систему электропреобразования с замкнутым контуром, в которой для выделения водорода используется электролиз на солнечной энергии. Водород и кислород подаются в топливный элемент, который помимо выработки электроэнергии производит тепло и воду.

*Ветровая энергетика* является результатом преобразования кинетической энергии ветра в электричество с помощью специально разработанных ветряных турбин.

Энергию ветра можно было бы использовать по всему миру, чтобы снизить зависимость от ископаемых видов топлива и сократить выбросы парниковых газов.

Критическими факторами, связанными с экономикой производства ветровой энергии, являются местоположение объекта, затраты на приобретение земли, соображения землепользования, соображения воздействия на окружающую среду и, что наиболее важно, наличие линий электропередачи.

Энергия ветра имеет один из самых коротких сроков окупаемости энергии среди всех энергетических технологий. Ветровой турбине обычно требуется всего несколько лет, чтобы окупить энергию, необходимую для ее изготовления, установки, эксплуатации и вывода из эксплуатации.

*Энергия океана.* Выработка электроэнергии за счет приливов аналогична выработке гидроэлектроэнергии, за исключением того, что вода течет в турбины и из них в обоих направлениях. Таким образом, генераторы предназначены для производства энергии, когда ротор вращается в любом направлении.

Приливная электростанция, известная как система создания отливов, включает в себя строительство плотины через устье реки. Несколько шлюзовых ворот на плотине позволяют приливному бассейну наполняться приливами и выходить через турбинную систему при отливах. Возможны специальные генераторы, используемые для производства электроэнергии как во время приливов, так и во время отливов.

Энергия приливов – это технология, которая использует захваченную энергию, содержащуюся в движущейся водной массе из-за приливов, для преобразования в электричество. Типы приливной энергии извлекаются как кинетическая энергия, возникающая в результате течений, возникающих между приливами и отливами, и потенциальная энергия, возникающая в результате разницы высоты или напора между приливами и отливами.

Капитал, необходимый для начала строительства плотины, весьма значителен и является основным препятствием в развертывании технологии, поскольку он связан с длительным периодом окупаемости.

*Гидроэнергетика.* Главное преимущество гидроэнергетики в том, что она возобновляема и не загрязняет атмосферу во время работы. Она также имеет относительно низкие эксплуатационные расходы и затраты на техническое обслуживание. Еще одним положительным свойством гидроэлектростанций является то, что плотины, удерживающие воду, и образующиеся в результате водохранилища, могут использоваться в качестве рекреационных объектов.

*Геотермальная энергия* означает «тепло, вырабатываемое землей». Центр Земли состоит из расплавленного железа. Расчетная температура земного ядра составляет около 5000 °С, тепло от которого уходит наружу от центра и нагревает внешние слои горных пород, именуемые мантией. Когда она плавится и извергается из земной коры, то называется магмой.

Дождевая вода, просачивающаяся через геологические трещины и разломы, становится перегретой и проявляется в виде гейзеров и горячих источников. Иногда вода задерживается в подземных пустотах, которые становятся геотермальными резервуарами. Геотермальная энергия как технология включает производство электроэнергии с использованием только что описанных резервуаров с горячей водой. Процесс включает бурение скважин глубиной до 2 км и более, которые достигают геотермальных резервуаров. Горячая вода выводится на поверхность в виде пара и при необходимости нагревается до 200 °С. Пар, в свою очередь, исполь-

зуются для привода турбин электрогенераторов.

Подсчитано, что средняя стоимость производства геотермальной электроэнергии за киловатт-час составляет около 4,5–7 центов США. Это сопоставимо с некоторыми электростанциями, работающими на ископаемом топливе. Однако производство электроэнергии не приводит к загрязнению окружающей среды, и, если принять во внимание затраты на борьбу с загрязнением, производимая электроэнергия очень конкурентоспособна.

**Биоэнергетика.** Биомасса – это запасенная энергия в тканях растений и животных, которую можно использовать в качестве топлива. Она считается одним из самых жизненно важных ресурсов на Земле.

Растения и животные при разложении выбрасывают большую часть своих химических компонентов обратно в атмосферу. Напротив, ископаемое

топливо, если оно не сжигается и не перерабатывается, не влияет на атмосферу Земли.

В настоящее время биомасса обеспечивает от 40 до 90% энергии, используемой в развивающихся странах, и ожидается, что она останется основным мировым источником энергии в обозримом будущем.

Таким образом, в данной статье мы рассмотрели физические и электронные основы солнечной энергетики и другие альтернативные энергетические технологии. Полученные результаты являются начальной базой для дальнейших наших исследований при выполнении ВКР по этой тематике, которые будут посвящены выбору наиболее перспективных альтернативных источников энергии в условиях Оренбургской области с учетом природно-климатических особенностей.

## Литература

1. Chen Z. (2021) Application of environmental ecological strategy in smart city space architecture planning. *Environmental Technology & Innovation*. Vol. 23. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352186421003321?via%3Dihub> (accessed: 10.11.2022) <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101684>.
2. Evans L. R. (2007) *Fueling Our Future: An Introduction to Sustainable Energy*. Cambridge University Press. 192 p.
3. Fay J. A., Golomb D. S. (2011) *Energy and The Environment. Scientific and Technological Principles*. Oxford University Press. 314 p.
4. Gevorkian P. (2010) *Alternative energy systems in building design*. The McGraw-Hill Companies, Inc. 545 p.
5. Quaschnig V. (2019) *Renewable Energy and Climate Change*. John Wiley & Sons Ltd Chichester. 352 p.
6. Quesada G. et al. (2012) A comprehensive review of solar facades. Transparent and translucent solar facades. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 16. No. 5, pp. 2643–2651.
7. Sorensen B. (2007) *Renewable Energy Conversion, Transmission, and Storage*. Academic Press. 344 p.
8. Thirugnanasambandam M., Iniyar S., Goic R. (2012) A review of solar thermal technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 14. No. 1. pp. 312–322.
9. Xu Z. Y., Gao J. T., Bin Hu, Wang R. Z. (2022) Multi-criterion comparison of compression and absorption heat pumps for ultra-low grade waste heat recovery. *Energy*. Vol. 238. Part B. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544221020521> (accessed: 10.11.2022) <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121804>.

Статья поступила в редакцию: 17.11.2022; принята в печать: 05.06.2023.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.