

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

ОЦЕНКА ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ ОСВОЕНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ И ОПЫТ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТА НА ОСНОВЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ЭНЕРГИИ В КОНТЕКСТЕ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ

В.А. Шумаев, вед. науч. сотр. НИИ Министерства обороны, д-р экон. наук, проф., vitshumaev@mail.ru

Н.А. Дивуева, нач. отд. ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, канд. экон. наук, tus@extech.ru

Рецензент: Г.В. Томаров, проф., ООО «Геотерм-М», д-р техн. наук, geotherm@gmail.com

Показан опыт различных стран по разработке и использованию новых инновационных технологий и конкурентоспособных видов продукции. Рассмотрены применение альтернативных способов получения возобновляемой энергетики (солнечная, ветровая, волновая, геотермальная и др.) за рубежом и в Российской Федерации, а также возможность использования альтернативных видов горючего в двигателях внутреннего сгорания, даны рекомендации по их развитию и расширению использования. Приведены примеры разработок транспорта на основе инновационной деятельности.

Ключевые слова: инновация, альтернативная, возобновляемая, зеленая энергетика, солнечная, ветровая, волновая, водородная энергетика, альтернативные виды топлива, электромобиль, беспилотник, магнитоплан.

ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE OF DEVELOPMENT OF RENEWABLE ENERGY SOURCES AND EXPERIENCE IN THE DEVELOPMENT OF TRANSPORT BASED ON ALTERNATIVE TYPES OF ENERGY IN THE CONTEXT OF INNOVATIVE ECONOMIC DEVELOPMENT

V.A. Shumaev, Leading Researcher, Research Institute of the Ministry of Defense, Ph. D., Professor, vitshumaev@mail.ru

N.A. Divueva, Head of the Department, SRI FRCEC, Doctor of Economics, tus@extech.ru

The experience of various countries in the development and use of new innovative technologies and competitive products is shown. The application of alternative methods of obtaining renewable energy (solar, wind, wave, geothermal, etc.) abroad and in the Russian Federation, as well as the possibility of using alternative fuels in internal combustion engines, recommendations for their development and expansion of use are considered. Examples of transport developments based on innovative activities are given.

Keywords: innovation, alternative, renewable, green energy, solar, wind, wave, hydrogen energy, alternative fuels, electric vehicle, drone, magnetoplane.

Введение

Мировой прогресс развивается в направлении замены использования нефти, газа, угля и подобных природных ресурсов в транспорте, производстве электрической и тепловой

энергии для производственных и бытовых нужд. В атмосферу планеты выделяется большое количество отходов горения, что в худшую сторону изменяет структуру воздуха и негативно влияет на жизнь человека и живых существ. Развитие научно-технического прогресса позволило изыскать возможности производства электрической энергии за счет использования солнечного света и тепла, ветра, движения морских вод, которые не расходуются, а представляют собой возобновляемые источники в результате природных явлений.

Ученые и инженеры продолжительное время находятся в поисках альтернативных источников энергии, прежде всего возобновляемых, экологически чистых. Ряд таких источников найден, однако их использование пока экономически невыгодно, и идет поиск возможностей удешевления этого процесса. В настоящее время наблюдается интенсивное развитие возобновляемых источников энергии, в частности ветровой, геотермальной, гидроэлектрической, солнечной энергии, биомассы и биотоплива, что особенно актуально для создания «зеленой» энергетики. В мировой практике имеются инновационные разработки, которые в качестве альтернативных используются в энергетике, на транспорте, в производстве продукции.

Безусловно, в современных условиях развитие экономики должно происходить на основе создания инноваций. Для этого в первую очередь необходимо развивать научный потенциал страны на основе вложения капитала в повышение уровня образования, получение знаний, создание благоприятных условий для разработки и применения новых технологий и материалов, нового оборудования, более производительных машин и других новшеств.

Понятие «инновации» во многих источниках трактуется, на наш взгляд, неполно, без учета финансовой составляющей (инвестиции в новации). Под инновациями авторы понимают результат комплекса взаимосвязанных видов деятельности по созданию новшеств, организации их производства и реализации на рынке на основе последовательного финансирования инвестиционного процесса на всех стадиях инновационной деятельности, начиная с науки [1].

Наша страна в своем развитии прошла несколько стадий цивилизации: электрификацию, индустриализацию, химизацию, информатизацию (компьютеризацию). Работы по этим направлениям не завершены и продолжают свое развитие. Для дальнейшего развития экономики нашей страны встает необходимость логистизации, в частности повышение уровня транспорта и его инфраструктуры на инновационной основе в направлении применения альтернативных видов топлива [2–4].

В данной статье приведены далеко не все имеющиеся достижения в области развития возобновляемых источников энергии и создания транспорта на основе альтернативных видов энергии, а только отдельные, наиболее яркие примеры.

Возобновляемая энергетика

Энергия представляет собой товар номер один на мировом рынке. Двадцать первый век ознаменовался бурным развитием возобновляемых источников энергии (ВИЭ), альтернативных традиционным. В отличие от сжигания нефтепродуктов, газа, угля и других ресурсов, объем которых ограничен на планете Земля, возобновляемые источники энергии имеют неограниченные ресурсы (например, солнечный свет, ветер, движение воды, воздуха и т. д.). Их практическое использование в мире позволило за последние 20 лет увеличить производство электроэнергии в 4,4 раза [5].

Страны, нацеленные на использование альтернативных возобновляемых видов энергии и вкладывающие финансовые средства в их развитие, являются экономическими и экологическими стратегами нашей планеты [6]. Крупнейшие мировые корпорации переходят на использование альтернативной возобновляемой энергии. Компания Google в 2017 г. полностью перешла на потребление такой энергии, компания Apple в 2018 г. перешла на возобновляемые источники энергии в 43 странах, а онлайн-ретейлер Amazon к 2025 г. запланировал полный переход на возобновляемую энергию.

Замена сжигания горючего возобновляемыми источниками проводится в различных сферах, не только в энергетике. Наблюдается резкий подъем производства автомобилей, автобусов, летательных и подводных аппаратов на основе использования электрической энергии для движения. Резко продвинулось производство аккумуляторов, солнечных, ветровых, водных электростанций.

Указанные инновационные проекты являются экологически чистыми, направлены на снижение или исключение вредных выбросов в атмосферу и в другие части планеты. Использование альтернативных возобновляемых источников энергии позволяет сохранить ресурсы планеты. Эти направления актуальны, получили широкое развитие и представляют собой энергетику будущего.

Солнечная энергетика

В структуре производства и потребления альтернативной возобновляемой энергии наибольшую долю имеет солнечная энергия: в два-три раза больше, чем все остальные виды (ветровая, водородная, биологическая и др.). В большей степени это обусловлено простотой строительства солнечных электростанций, состоящих из панелей. Эти панели располагают на земле, воде, на крышах в регионах со значительной солнечной активностью и большим количеством солнечных дней в году. На данный момент эти панели имеют невысокий коэффициент полезного действия и большую стоимость изготовления, поскольку получение применяемых материалов (например, кремния) пока обходится дорого. Тем не менее солнечная энергетика продолжает развиваться высокими темпами. Швеция постоянно проводит работу по снижению выбросов углекислого газа от своей производственной сети. Например, в 2018 г. на заводе Volvo в бельгийском Генте было установлено 15 тыс. солнечных батарей, а предприятие в шведском городе Шевде в 2018 г. вышло на уровень нулевого воздействия на природу.

В Китае активно строятся солнечные электростанции, поскольку солнечная активность в этой стране позволяет это сделать. Однако в связи с ограниченностью территории китайские инженеры нашли способ расположения солнечных электростанций на водоемах рыбных хозяйств (рис. 1), что позволяет рыбакам за счет продажи электроэнергии получать дополнительную прибыль в размере до 50 млн долл. ежегодно.



Рис. 1. Пример расположения солнечной электростанции в КНР на воде [7]

Производство солнечных панелей в России налажено. В 2018 г. организованы экспортные поставки панелей в Европу.

Одно из прогрессивных направлений исследований в области солнечной энергетики – разработка более эффективных солнечных коллекторов. В последние годы мировая наука достигла значительных результатов по совершенствованию конструкций солнечных коллекторов и их удешевлению, что позволяет солнечной энергетике развиваться более широко.

Коллекторы первого поколения изготавливали с использованием монокристаллов высокочистого кремния. Они обладали высокими эксплуатационными характеристиками, но были экономически неэффективными, поскольку обходились слишком дорого. Коллекторы второго поколения представляют собой множество тонких слоев кремния. Такие коллекторы – дешевле, но уступают предшественникам в части энергетической эффективности, т. е. в преобразовании солнечной энергии в электрическую. Во многих странах мира ученые и инженеры разрабатывают коллекторы третьего поколения, которые могли бы быть достаточно дешевыми и иметь высокие характеристики преобразования солнечной энергии в электрическую. Один из вариантов совершенствования коллекторов солнечных панелей – использование для этой цели тонкослойных элементов на основе наночастиц кремния.

Другой вариант совершенствования коллекторов – поиск более эффективных материалов для их изготовления. Сотрудник Института солнечных энергосистем имени Фраунгофера во Фрайбурге Андреас Бетт (Andreas Bett) применил форму сэндвича из трех слоев на основе соединений галлия и индия: верхний слой – синий свет, средний – красный, а нижний – инфракрасный. В этой конструкции солнечные лучи сначала фокусируются специальными линзами, в результате чего интенсивность света возрастает в 500–1000 раз. Такие коллекторы способны выдать коэффициент полезного действия 0,41, что на данный момент является наивысшим значением. Однако полученные коллекторы – еще более дорогие, чем предыдущие [8].

Работы в этой области продолжаются. В частности, в Стэнфордском университете создана солнечная ячейка, полностью состоящая из углерода. В отличие от кремниевых солнечных панелей стэнфордский образец представляет собой тонкую пленку, которую можно наносить на поверхность, что дает возможность покрывать солнечными панелями здания или автомобили. При изготовлении раствора и его нанесении не требуется сложное оборудование и значительные финансовые затраты. Углеродная солнечная панель пока имеет очень низкую эффективность, но ее дешевизна и способность выдерживать высокие температуры могут стать перспективой развития технологии на основе использования углерода.

Компания «СибИнвент-Космос» (г. Красноярск) разработала оригинальную конструкцию солнечных батарей для использования в космосе, над землей (в воздухе) и на земле (рис. 2). Батарея состоит из супертонких (5–20 мкм) фотоэлектрических преобразователей на основе монокристаллического кремния. Конструкция способна вырабатывать вдвое больший КПД, чем другие российские аналоги.

Возможно, найден способ использования космической энергии, о котором говорил Никола Тесла. Технология, разработанная германо-американским научно-исследовательским альянсом Neutrino Energy Group, похожа на способ получения энергии от солнечных панелей. Созданный источник электрической энергии Neutrino Power Cube использует невидимый спектр космических, промышленных и бытовых излучений и способен вырабатывать электрическую энергию. Разработанный компактный автономный источник тока не требует подзарядки и обслуживания, что исключает зависимость от сетей, проводов и позволяет обеспечить электроэнергией потребителя, находящегося в море, степи, лесу, тундре, причем при любой температуре – в морозы и в жару. Энергию он вырабатывает непрерывно (24 ч в сутки и 365 дней в году), поскольку космическое облучение планеты происходит круглосуточно, даже в полной темноте, и не зависит от погодных условий [10].



Рис. 2. Элемент солнечной батареи для космоса [9]

Ветровая энергетика

Для производства электрической энергии используются современные способы альтернативной энергетики, в частности ветровая. Для получения энергии ветра требуется монтаж ветроэлектрической установки (ветрогенератор) – устройства для преобразования кинетической энергии ветрового потока в механическую и электрическую энергию. Ветрогенераторы устанавливаются в районах с благоприятными ветровыми условиями, обеспечивающими экономическую целесообразность использования энергии ветра.

Например, в Померании (Германия) 40 % потребляемой электроэнергии производится с помощью ветрогенераторов. Ветряные электростанции малой мощности высотой 15 м производятся фирмой Dethloff und Lange (г. Нойбуков), они рассчитаны не на промышленное потребление электроэнергии, а на индивидуальные домашние хозяйства: одна такая установка удовлетворяет 80 % потребности одного хозяйства сельскохозяйственного региона.

В России ветровая энергетика появилась несколько позже, чем в Европе, однако развивается интенсивно. Конструкция ветровой электростанции более науко- и капиталоемка относительно солнечной, поэтому ее развитие пока несколько отстает, но после отработки наиболее эффективных и оптимальных вариантов строительство ветровых электростанций ускорится. Россия с ее огромной территорией имеет большой потенциал строительства и использования ветровых установок. Крупнейшая ветроэлектростанция (ВЭС) в России – Зеленоградская ВЭС мощностью 5,1 МВт (рис. 3).

Первые ветровые установки недолговечны и недостаточно эффективны. Пока что ветроэнергетика не может обеспечить потребность нашей страны, но к 2035 г. планируется сделать ее распространенным видом «зеленой» энергетики. К освоению ветроэнергетики подключились государственные корпорации «Росатом» и «Роснано».

Первым проектом «Росатома» стало строительство Адыгейской ветроэлектростанции на 60 установок общей мощностью 150 МВт, что превышает мощность всех ВЭС России. Второй проект – Кочубеевская ветровая электростанция (Ставропольский край). Здесь предусмотрено 84 ветрогенератора общей мощностью 210 МВт. Ожидаемая годовая выработка этого парка – около 600 млн кВт электроэнергии.



Рис. 3. Зеленоградская ВЭС. URL: <http://zen.yandex.ru> (дата обращения: 19.09.2022)

Однако это не последний ветровой парк в Ставропольском крае. Здесь планируется продолжить строительство ВЭС и довести их суммарную мощность до 400 МВт.

Кроме указанных электростанций, строится ВЭС из 48 установок мощностью 120 МВт в Ростовской обл.

В России развернули широкое производство ветрогенераторов. Активную позицию занимают «Росатом» и «Роснано», которые организуют совместные предприятия, занимающиеся производством башен, гондол, лопастей. Российские предприятия участвуют в создании ВЭС за рубежом. Заключены контракты на поставку ветротурбин с Вьетнамом и Саудовской Аравией. Также проявили интерес Индонезия, Камбоджа и Лаос, лопасти поставляют в Данию. Российские разработки ветроустановок не уступают зарубежным. Отечественные конструкции ориентированы на небольшие скорости ветров (8–9 м/с), что позволяет им работать практически на любой территории и является конкурентным преимуществом.

Водородная энергетика

Вода состоит из водорода и кислорода: при их взаимодействии водород сгорает в кислороде, и образуется вода. Ученые и инженеры задумались над использованием этого процесса для выработки энергии. Однако надо затратить энергию для разложения воды на составляющие, далее – сохранить их отдельно, затем использовать в механизме для соединения и получения энергии. Этот процесс в принципе удался, однако для получения отдельно водорода из воды затрачивается больше энергии, чем при его сгорании. Существуют другие способы и источники получения водорода, например получение газа из кислот или метод паровой конверсии с метаном.

Несмотря на сложности и проблемы технологии получения и использования водорода, водородная энергетика показала свою состоятельность. В будущем предполагается сделать водород одним из основных энергоресурсов. Пока рентабельность водородной энергетики – меньше единицы, но, с учетом экологического эффекта (который пока не поддается конкретному расчету), эта технология будет развиваться и совершенствоваться [11].

В мировой практике уже появились технические средства, где вместо обычного топлива использован водород. В 2019 г. в России запущен трамвай на водородной электротяге [12]. Его испытания подтвердили состоятельность использования водородных технологий на транспорте.

Один из способов получения водорода – тепловой. Известно, что вода при температуре 1700 °С распадается на водород и кислород. Остается выработать такую температуру. Швейцарская компания Clean Hydrogen Producers создала установку, которая с помощью параболических зеркал концентрирует солнечную энергию в точке, где обеспечивает 2200 °С. Одна такая установка способна обрабатывать до 100 л воды и производить более 10 кг водорода в день. Производительность небольшая, но способ себя оправдал, и можно работать над повышением КПД.

Оригинальный способ предложен Израильским институтом имени Вейцмана: водород получают с помощью солнечной энергии и цинка. Сначала получают цинк в солнечной башне: содержащийся в древесном угле оксид цинка нагревают до 1200 °С, происходит химическая реакция, в результате которой получается чистый цинк. Его помещают в воду, он окисляется с выделением водорода, а оксид цинка повторно используют в солнечной башне. Водород направляется на хранение.

В США проводятся исследования по получению водорода из ветра с помощью ветрогенераторов и электроэнергии – как правило, солнечной. Предполагается довести стоимость 1 кг водорода до 4 долл., а объем выработки водорода с помощью энергии ветра – до 154 млрд кг/год. Пока это экономически невыгодно, но, возможно, за этой технологией будущее.

Экологически эффективный способ получения водорода – переработка мусора как пиролизом, так и анаэробным сбраживанием. Как показали исследования, только в Лондоне можно ежедневно производить 141 т водорода из отходов. Большое тихоокеанское мусорное скопление может стать источником производства водорода (рис. 4) [5].



Рис. 4. Скопление мусора в Тихом океане [5]

В Швеции провели исследования производства водорода из золы. Ее размещают в бескислородной среде и смачивают водой, в результате чего образуется водород. Его всасывают и через трубы направляют на хранение в резервуар. Данный метод перспективен, однако по состоянию на 2022 г. так и не был развит.

В США разработан метод производства водорода из воды с помощью особого алюминиевого сплава с галлием. Он препятствует образованию оксидной пленки на поверхности алюминия и позволяет количественно вступить в реакцию с водой. При внесении этого

сплава в воду алюминий вступает в реакцию окисления, в результате которой выделяются водород и тепловая энергия.

Водород также можно получать из биомассы термохимическим (нагревание биомассы без доступа кислорода до 500–800 °С) или биохимическим способом (выработка водорода различными бактериями). Эти способы относительно экономически выгодны [5].

Следует отдельно отметить проблему хранения водорода для использования в нужном направлении. Воду можно разделять простым способом при помощи электричества. При этом получаются водород и кислород, которые стремятся к соединению, что некстати, поскольку горение водорода в кислороде необходимо только в нужном месте, например в цилиндре двигателя внутреннего сгорания. Для этого газы разделяют, охлаждают, сжижают, затем используют в качестве заправки. Однако это долгий и дорогой процесс. Инженеры, проектирующие специальные двигатели под заправку водой, стремятся сделать процесс разделения водорода и кислорода в конструкции и затем направления их в камеру горения с выбросом воды. Это более эффективно, но находится в стадии исследований и проработок.

Инновационное развитие транспорта

Основные направления инновационного развития транспорта и инфраструктуры на инновационной основе: создание скоростных надземных авто и железнодорожных магистралей и, соответственно, скоростных автомобилей и железнодорожных транспортных средств; разработка и выпуск беспилотных грузовых и легковых автомобилей, автобусов; сооружение подземных, надземных и подводных трубопроводных транспортных систем; разработка и внедрение авиационных беспилотных транспортных средств; создание и использование транспортных двигателей на альтернативных возобновляемых источниках энергии; развитие электронных систем управления транспортными средствами и др. [13].

Разработкой, производством и продажей электромобилей на мировом рынке занимаются американские, китайские, германские и другие ведущие компании. Наибольшие достижения в этой области принадлежат американской фирме Tesla. Но в последнее время китайские ученые и инженеры составляют конкуренцию и в некоторых областях могут обогнать американцев.

Известно, что сдерживающим фактором использования электроэнергии для движения являлся недостаточно емкий и производительный аккумулятор энергии. Техническое решение этой проблемы открывает дорогу широкому развитию различных технических средств, прежде всего автомобилей. Преимущества в этом достигли китайские инженеры, создав аккумулятор с ресурсом 1,2 млн км, при этом электромобиль способен проехать 880 км на одной зарядке. Этот и другие аккумуляторы заложены в конструкциях китайских электромобилей. Кроме того, китайским специалистам удалось разработать и массово производить аккумуляторную батарею на 2 млн км, срок службы которой составит 16 лет (по данным агентства SCMP, КНР). Это позволяет использовать ее после выхода из строя одного автомобиля на другом.

В течение двух лет в Китае предусмотрено производство аккумуляторов для электромобилей компаний Tesla и Volkswagen, позволяющих проехать автомобилю с их использованием более 2 млн км. Новая супербатарея будет примерно на 10 % дороже, чем существующая.

Компания Buick также занялась производством электрических автомобилей. К 2019 г. подготовлено сразу два концепт-кара, один из которых – универсал Velite 6. Машина приводится в движение с помощью электродвигателей общей мощностью 114 л. с. и аккумулятора мощностью 35 кВт/ч. Запас хода указанного электромобиля достаточно большой: 300 км. В конструкции технического средства предусмотрены не только электромоторы, но и бензиновый двигатель, что увеличивает дальность поездки с полным баком и при заряженном аккумуляторе до 700 км.

Электромобиль iEVS4 производства китайской компании JAC имеет запас хода около 470 км, что выгодно при соотношении цены и дальности поездки. Он укомплектован акку-

мулятором мощностью 66 кВт/ч, который заряжается на 50% в течение всего 30 минут. Ресурс аккумуляторной батареи электромобиля рассчитан на 1 млн км пробега.

Калифорнийской компанией HyPoint разработана конструкция аппарата вертикального взлета с перспективой создания высокоскоростного магистрального электрического самолета с водородным двигателем. Аппараты вертикального взлета и посадки предполагается сделать новым видом городского общественного транспорта (рис. 5) [14].



Рис. 5. Внешний вид аппарата вертикального взлета и посадки

В Воронеже разработали новый летательный аппарат Flyter (летающий батон), который предусматривается как альтернатива автомобилю (рис. 6). Аэромобиль получился необычной формы и, возможно, станет летающим такси. Flyter вполне может поместиться на одном парковочном месте, имея размеры 5×2 м. Он способен летать со скоростью более 100 км/ч на расстояние 150 км. Управление – беспилотное, грузоподъемность – два человека с багажом. В настоящее время аэромобиль проходит испытания [15].

Топливом для автомобилей и электростанций может стать жидкий воздух, о чем свидетельствуют мировые разработки. В Великобритании изобретен автомобиль на жидком воздухе [16]. Опытный образец автомобиля с мотором на жидком воздухе смог развить скорость 60 км/ч. Разработчики продолжают его совершенствовать в направлении увеличения скорости движения и повышения экономической эффективности, поскольку экологическая эффективность такого автомобиля достигнута в полной степени. Стоимость автомобиля с двигателем на жидком воздухе гораздо ниже, чем автомобиля на электрическом ходу.

Инновационное развитие железнодорожного транспорта направлено прежде всего на увеличение скорости движения, что требует разработки новых тяговых средств и железнодорожных путей. Такие проекты уже разработаны. Большинство их ориентировано на надземное движение, т. е. по путям на опорах. Некоторые проекты уже реализованы или находятся в процессе строительства.

Китайские инженеры создали поезд, который способен ехать быстрее самолета. Поезд представляет собой магнитоплан и запланирован для работы в аэропорту Шанхая: каждый пассажир этого поезда может видеть обгон взлетающего параллельно самолета. Китай возродил советскую идею о таком поезде, смог использовать технологию, упростить и удешевить ее с учетом национальных возможностей. Такие транспортные линии на магнитной подушке функционируют в Пекине и Чанше.

Особым проектом скоростного движения является Hyperloop – сверхскоростная транспортная система, которая представляет собой «парящие» капсулы на магнитной тяге. Чтобы

состав сумел достичь расчетной крейсерской скорости 1200 км/ч, необходимо максимально уменьшить его трение о воздух, иначе затраты энергии будут слишком велики. Данный проект очень дорог, но его хотят использовать в нескольких странах. В США строится небольшой участок такой дороги, аprobируются разработанные технические проекты отдельных конструкций. Разработчики достигли увеличения скорости до 386 км/ч, работа продолжается. Кроме того, электромагнитный способ передвижения в трубе будет в ближайшее время опробован в Японии, где прокладывается подобная линия протяженностью 500 км между городами Токио и Нагоя.



Рис. 6. Аэромобиль будущего Flyter

Заключение

Использование альтернативных возобновляемых источников энергии необходимо прежде всего в целях создания «зеленой» энергетики, исключения негативного влияния на природу, сохранения природных ресурсов. Наиболее представительной среди альтернативных источников является солнечная энергетика, которая известна достаточно давно, но получила интенсивное развитие только в XXI в. Пока она достаточно дорого обходится и имеет низкий коэффициент использования, тем не менее интенсивно развивается, поскольку не оказывает негативное влияние на природу. Во многих странах проводятся исследования по удешевлению получения электроэнергии, повышению энергоэффективности солнечных панелей за счет изменения применяемых материалов, форм и размеров элементов. Солнечная энергетика по праву приобрела статус энергетики будущего.

Ветровая электроэнергетика в своем развитии несколько отстает от солнечной, которая проще, а ее сооружение гораздо быстрее ветровой. Однако научные разработки ветровых установок ведутся в ряде стран и имеют успех в создании более производительных установок по сравнению с солнечными батареями. Имеют место проекты ветроустановок не только на земле, но и на территории моря.

В России ветроэнергетика развивается интенсивно. Организацией ее научных и практических разработок занимаются «Росатом» и «Роснано» с участием подразделений «Сколково». Созданы совместные предприятия. Крупные производственные мощности по изготовлению ветроустановок и их компонентов созданы в Ульяновске и Воронеже. Построены ветровые электростанции в виде ветропарков около Зеленоградска, в Ставропольском крае. Запланировано строительство крупнейшего ветропарка в Ростовской области и на Дальнем Востоке. Российские компании и отдельные специалисты участвуют в строительстве ветропарков за рубежом (Вьетнам, Саудовская Аравия). Проявляют интерес к сотрудничеству в области строительства ветропарков и другие зарубежные страны.

Развитие инновационной деятельности в мире происходит опережающими темпами. В результате появились новые технологии, появляются новые виды продукции, проекты строительства. Мировая наука и практика ориентированы на создание новых скоростных транспортных средств с использованием альтернативных видов энергии для движения, в частности электрической. Зарубежный опыт поможет российским ученым и инженерам создавать инновационные скоростные транспортные средства на новых технологических принципах с применением альтернативных видов энергии.

Статья выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания на 2022 г. № 075-01615-22-05.

Список литературы

1. Шумаев В.А. Переход к инновационному развитию экономики России // Новая наука: опыт, традиции, инновации: международное научное периодическое издание по итогам Международной науч.-практ. конф. (24.01.2016, г. Омск). В 2 ч. Ч. I. Стерлитамак: РИЦ АМИ, 2016. С. 204–208.
2. Morkovkin D.E., Nikonorova A.V., Shumaev V.A. Management of innovative development and integrated logistics system in the Russian Federation. 3rd International Conference on Judicial, Administrative and Humanitarian Problems of State Structures and Economic Subjects (JAHP 2018). Atlantis Press (France). P. 239–243.
3. Shumaev V.A., Goncharenko L.P., Odintsov A.A., at al. Logistication of Russia as basis for further development of economy. Conference book. The 5th Internationale Conference in Management and Technology in Knowledge, Service, Tourism & Hospitality 2017 (SERVE 2017). Russia, Moscow, 30 November 2017. CRC Press / Balkema, Taylor & Francis Group. P. 1–5.
4. Шумаев В.А. Инновационные подходы к развитию транспорта // Транспортное дело России. 2017. № 2 (129).
5. Кочетов А. Почему развивается альтернативная энергетика? URL: <https://zen.yandex.ru/media/dbk/pochemu-razvivaetsia-alternativnaia-energetika-5f082c67694d71482477c323> (дата обращения: 19.09.2022).
6. Денисов С.А. Жизнь в гармонии с природой. Экологичность и энергонезависимость // Литературный колайдер. 2021. URL: <https://lit-collider.ru/2021/01/28/sergej-denisov-zhizn-v-garmonii-s-prirodoj-ekologichnost-i-energonezavisimost> (дата обращения: 19.09.2022).
7. World's biggest floating solar power plant goes operational in China. URL: <http://en.people.cn/n3/2017/0815/c90000-9255705.html> (дата обращения: 19.09.2022).
8. Фрадкин В. Солнечные коллекторы третьего поколения // Альтернативные топлива, энергетика. 2021. URL: https://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=9046 (дата обращения: 19.09.2022).
9. Новая конструкция солнечных батарей // Альтернативные топлива, энергетика. 2021. URL: https://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=9213 (дата обращения: 19.09.2022).
10. Neutrino Energy (сайт компании). URL: <https://neutrino-energy.com> (дата обращения: 19.09.2022).
11. Андриянов Н.И., Засько М.П., Долгова В.Н. Оценка текущего состояния водородной энергетики в России // Инноватика и экспертиза. 2021. № 2 (32). С. 134–150.

12. Первый в России «водородный трамвай» проехал по Московскому проспекту // Комитет по транспорту. Администрация Санкт-Петербурга. URL: https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/c_transport/news/176600 (дата обращения: 19.09.2022).
13. Шумаев В.А. Ускорение работы транспорта как фактор улучшения жизни человека // Логистика сегодня. 2019. № 2. С. 112–118.
14. Турбированный водородный двигатель – прорыв для электрической авиации. URL: https://zen.yandex.ru/media/htech_plus/turbirovannyi-vodorodnyi-dvigatel-proryv-dlia-elektricheskoi-aviacii-5ed51c62f8930b1b664ba948 (дата обращения: 19.09.2022).
15. Концепт дня: российский аэромобиль без крыльев и винтов. URL: <https://wylsa.com/koncept-dnya-rossijskij-aeromobil-flyter-u-nego-net-krylev-i-vintov> (дата обращения: 19.09.2022).
16. Liquid Air Could be the Fuel of the Future // Science & Tech. Sky News.

References

1. Shumaev V.A. (2016) *Perekhod k innovatsionnomu razvitiyu ekonomiki Rossii. Novaya nauka: opyt, traditsii, innovatsii: mezdunarodnoe nauchnoe periodicheskoe izdanie po itogam Mezdunarodnoy nauch.-prakt. konf. (24.01.2016, g. Omsk)*. [Transition to innovative development of the Russian economy. New science: experience, traditions, innovations: International scientific periodical based on the results of the International Scientific and Practical Conference (24.01.2016, Omsk)] RITs AMI [RIC AMI]. Sterlitamak. Ch. I. P. 204–208.
2. Morkovkin D.E., Nikonorova A.V., Shumaev V.A. (2018) Management of innovative development and integrated logistics system in the Russian Federation. 3rd International Conference on Judicial, Administrative and Humanitarian Problems of State Structures and Economic Subjects (JAHP 2018). Atlantis Press (France). P. 239–243.
3. Shumaev V.A., Goncharenko L.P., Odintsov A.A., at al. (2017) Logistication of Russia as basis for further development of economy. Conference book. The 5th Internationale Conference in Management and Technology in Knowledge, Service, Tourism & Hospitality (SERVE 2017). Russia, Moscow, 30 November 2017. CRC Press. Taylor & Francis Group. P. 1–5.
4. Shumaev V.A. (2017) *Innovatsionnye podkhody k razvitiyu transporta* [Innovative approaches to transport development] *Transportnoe delo Rossii* [Transport business of Russia]. No. 2 (129).
5. Kochetov A. *Pochemu razvivaetsya al'ternativnaya energetika?* [Why is alternative energy developing?]. Available at: <https://zen.yandex.ru/media/dbk/pochemu-razvivaetsia-alternativnaia-energetika-5f082c67694d71482477c323> (date of access: 19.09.2022).
6. Denisov S.A. (2021) *Zhizn' v garmonii s prirodoy. Ekologichnost' i energonezavisimost'* [Life in harmony with nature. Environmental friendliness and energy independence] *Literaturnyy kolayder* [Literary collider]. Available at: <https://lit-collider.ru/2021/01/28/sergej-denisov-zhizn-v-garmonii-s-prirodoj-ekologichnost-i-energonezavisimost> (date of access: 19.09.2022).
7. World's biggest floating solar power plant goes operational in China. Available at: <http://en.people.cn/n3/2017/0815/c90000-9255705.html> (date of access: 19.09.2022).
8. Fradkin V. (2021) *Solnechnye kollektory tret'ego pokoleniya* [Solar collectors of the third generation] *Al'ternativnye topliva, energetika* [Alternative fuels, power engineering]. Available at: https://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=9046 (date of access: 19.09.2022).
9. (2021) *Novaya konstruktsiya solnechnykh batarey* [New design of solar panels] *Al'ternativnye topliva, energetika* [Alternative fuels, energy]. Available at: https://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=9213 (date of access: 19.09.2022).
10. Neutrino Energy. Available at: <https://neutrino-energy.com> (date of access: 19.09.2022).
11. Andriyanov N.I., Zasko M.P., Dolgova V.N. (2021) *Otsenka tekushchego sostoyaniya vodorodnoy energetiki v Rossii* [Assessment of the current state of hydrogen energy in Russia] *Innovatika i ekspertiza* [Innovation and expert examination] No. 2 (32). P. 134–150.
12. *Pervyy v Rossii «vodorodnyy tramvay» proekhal po Moskovskomu проспекту* [The first «hydrogen tram» in Russia drove along Moskovsky Avenue] *Komitet po transportu. Administratsiya Sankt-Peterburga* [Committee

on Transport. Administration of St. Petersburg]. Available at: https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/c_transport/news/176600 (date of access: 19.09.2022).

13. Shumaev V.A. (2019) *Uskorenie raboty transporta kak faktor uluchsheniya zhizni cheloveka* [Acceleration of transport as a factor of improving human life] *Logistika segodnya* [Logistics today]. No. 2. P. 112–118.

14. *Turbirovanny vodorodnyy dvigatel’ – proryv dlya elektricheskoy aviatsii* [Turbocharged hydrogen engine – a breakthrough for electric aviation]. Available at: https://zen.yandex.ru/media/htech_plus/turbirovannyi-vodorodnyi-dvigatel-proryv-dlia-elektricheskoi-aviacii-5ed51c62f8930_b1b664ba948 (date of access: 19.09.2022).

15. *Konsept dnya: rossiyskiy aeromobil’ bez kryl’ev i vintov* [Concept of the day: a Russian airmobile without wings and propellers]. Available at: <https://wylsa.com/koncept-dnya-rossiyskij-aeromobil-flyter-u-nego-net-krylev-i-vintov> (date of access: 19.09.2022).

16. Liquid Air Could be the Fuel of the Future. Science & Tech. Sky News.