

УДК 621.311
МРНТИ 44.37.03, 44.39.03

DOI 10.52578/2305-9397-2024-2-2-297-307

Земцов А.И., кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Электроснабжение промышленных предприятий», **основной автор**, <https://orcid.org/0000-0002-6358-2437>
Филиал Самарского государственного технического университета, г. Сызрань, ул. Советская, дом 45, 446001, Российская Федерация, artex283@mail.ru

Сапарғалиев М.А., магистр технических наук, <https://orcid.org/0009-0009-3984-4239>
Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, ул. Жангир хана 51, Уральск, 090009, Республика Казахстан, cmb-zko@mail.ru

Басирова А.Б., магистр техники и технологии, <https://orcid.org/0000-0003-2004-6818>
Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, ул. Жангир хана 51, Уральск, 090009, Республика Казахстан, a.bassirova@mail.ru

Куптлеуова К.Т., старший преподаватель, <https://orcid.org/0000-0001-9631-2831>
Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, ул. Жангир хана 51, Уральск, 090009, Республика Казахстан, kenzhe73-73@mail.ru

Ғұсманова А.Р., магистрант, <https://orcid.org/0000-0002-2510-9294>
Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, ул. Жангир хана 51, Уральск, 090009, Республика Казахстан, aisgus23@mail.ru

Ербаев Е.Т., Ph.D. доктор, <https://orcid.org/0000-0002-3186-9994>
Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, ул. Жангир хана 51, Уральск, 090009, Республика Казахстан, erbol.erbaev@mail.ru

Сахиев Б.Ж., магистр, <https://orcid.org/0009-0005-7638-9934>
«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, bolatbek.87@mail.ru

Zemtsov A.I., Ph.D. (technical sciences), associate professor, head of department 'Electrical power supply of industrial enterprises', <https://orcid.org/0000-0002-6358-2437>
Branch of Samara State Technical University, Syzran, Sovetskaya str., 45, 446001, Russian Federation, artex283@mail.ru.

Sapargalyev M.A., Master of Technical Sciences, <https://orcid.org/0009-0009-3984-4239>
West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan, Zhangir khan str.51, Uralsk, 090009, Republic of Kazakhstan, cmb-zko@mail.ru

Bassirova A.B., Master of Engineering and Technology, <https://orcid.org/0000-0003-2004-6818>
West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan, Zhangir khan str.51, Uralsk, 090009, Republic of Kazakhstan, a.bassirova@mail.ru

Kuptleuova K.T., senior lecturer, <https://orcid.org/0000-0001-9631-2831>
West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan, Zhangir khan str.51, Uralsk, 090009, Republic of Kazakhstan, kenzhe73-73@mail.ru

Gusmanova A.R., Master's student, <https://orcid.org/0000-0002-2510-9294>
West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan, Zhangir khan str.51, Uralsk, 090009, Republic of Kazakhstan, aisgus23@mail.ru

Yerbayev Ye.T., PhD Doctor, <https://orcid.org/0000-0002-3186-9994>
West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan, Zhangir khan str., 51, Oralsk, 090009, Kazakhstan Republic, erbol.erbaev@mail.ru

Sakhiyev B.Zh., magister, <https://orcid.org/0009-0005-7638-9934>
NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, bolatbek.87@mail.ru

ОБЗОР ГЛОБАЛЬНОГО СЦЕНАРИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

OVERVIEW OF THE GLOBAL SCENARIO FOR THE USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES

Аннотация

Глобальное использование технологий возобновляемой энергетики стремительно растет в связи с опасениями по поводу глобального потепления и сокращением запасов ископаемого топлива. Большинство стран мира располагают двумя или более возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и, следовательно, разработали политику, направленную на стимулирование использования ВИЭ для производства электроэнергии. Оценка сценария использования возобновляемых источников энергии необходима для проведения исследований и разработок в области технологий возобновляемых источников энергии с целью дальнейшего развития отрасли возобновляемой энергетики, промышленности возобновляемых источников энергии. В данной статье рассматриваются последние изменения в установочных мощностях, стоимости и снижении затрат на электроэнергию основных методов производства электроэнергии на основе ВИЭ. Также рассматривается рост производства электроэнергии на основе возобновляемых источников в прошлом и прогнозы на будущее. Анализ показывает, что если текущее развитие возобновляемой энергетики продолжится, то большая часть мирового производства электроэнергии в будущем может обеспечиваться. В будущем большая часть мирового производства электроэнергии будет обеспечиваться за счет технологий возобновляемой энергетики. Анализ также показывает, что значительная часть затрат на топливо и выбросов загрязняющих веществ может быть снижена за счет более широкого использования технологий производства электроэнергии на основе ВИЭ.

ANNOTATION

Global exploitation of renewable energy technologies is increasing rapidly due to the concern in global warming and dwindling supplies of fossil fuels. Most of the countries in the world are blessed with two or more renewable energy sources (RES) and hence have formulated policies to boost the utilization of RES for their electricity production. An assessment of renewable electricity scenario is essential for research and development related works in the field of renewable energy technologies in order to further develop the renewable energy industry. Recent developments in installation capacities, costs and reductions in electricity costs of major RES based electricity generation methods are discussed in this paper. It also includes the past growth and future expectations of renewable electricity production. The analysis shows that if the current developments in renewable industry continue, then a major share of global electricity production in the future could be supplied by renewable energy technologies. The analysis further shows that a significant amount of fuel cost and pollutants emission can be reduced by the increased use of RES based electrical power production technologies.

Ключевые слова: природный газ, уголь, топлива, солнечная энергия, гидроэнергия, ВИЭ.
Keywords: natural gas, coal, fuels, solar energy, hydropower, RES.

Введение. В связи с ростом численности населения, усилением индустриализации, урбанизации, модернизации и роста доходов населения, мировое потребление электроэнергии, как ожидается, продолжит значительно увеличиваться в ближайшие годы. По данным Международного энергетического International Energy Outlook 2013, подготовленному Управлением энергетической информации США, текущий мировой спрос на первичную энергию составляет 546,8 квадриллиона БТЕ (546,8 1015 БТЕ) и, по прогнозам, достигнет почти 820 квадриллионов БТЕ к 2040 году. Ожидается, что глобальное потребление электрической энергии удвоится в ближайшие 15-20 лет [1-2].

По прогнозам, Китай, Индия, Марокко, Чили и т.д. удвоят потребление электроэнергии в ближайшие одно - два десятилетия. На рис. 1 показан глобальный рост потребления электроэнергии с 2010 по 2040 год. В настоящее время ископаемые виды топлива такие как уголь, нефть и природный газ, обеспечивают около 80 % глобальных потребностей в первичной энергии [3]. Запасы этих видов топлива быстро сокращаются, и прогнозируемое время истощения запасов угля, природного газа и нефти оценивается в 90, 20 и 19 лет, соответственно [4]. На электростанциях, работающие на ископаемом топливе, приходится около 66% мирового производства электроэнергии, из которых более 40% приходится на электростанции, работающие на угле [5].

Большинство угольных электростанций были построены два десятилетия назад и выбрасывают в атмосферу около 80-85 % всех загрязняющих веществ, производимых

предприятиями энергетики. Уровень выбросов загрязняющих веществ от некоторых старых электростанций в 70-100 раз больше, чем у более новых электростанций [6].

Выбросы от таких станций вызывают глобальное потепление, кислотные дожди, городской смог и Таким образом, наносится серьезный ущерб окружающей среде. В XXI веке произошло стремительное повышение глобальной температуры века из-за увеличения концентрации парниковых газов (ПГ) в атмосфере. В 2011 году глобальная эмиссия CO₂ достигла более 31,6 гига тонн, увеличившись на 3,2% по сравнению с 2010 года, и около 43% этой эмиссии приходится на угольные электростанции этой эмиссии [7].

Приблизительно 960 кг/МВт-ч CO₂, 6 кг/МВт-ч SO₂ и 2,6 кг/МВт-ч NO_x - таковы объемы основных загрязняющих веществ, выбрасываемых при производстве электроэнергии на угольных электростанциях, работающих на угле [8].

Влияние загрязняющих веществ SO₂ и NO_x на глобальное потепление меньше по сравнению с загрязняющими веществами CO₂ из-за их меньшей концентрации в атмосфере. CO₂ вносит наибольший вклад в парниковый эффект, главным образом из-за его более высокой концентрации в атмосфере. Верхний безопасный предел концентрации CO₂ считается 350 ppm (промилле), чтобы не навредить окружающей среде, а уровень CO₂, превышающий 450 ppm, может нанести серьезный ущерб окружающей среде [9].

Глобальная средняя концентрация углекислого газа (CO₂), важнейшего парникового газа, в 2022 году впервые на целых 50 % превысила уровень доиндустриальной эпохи. Прогнозируется, что удвоение концентрации CO₂ по сравнению с текущим значением вызовет повышение глобальной температуры на 1,5-3°C [10-11].

Материалы и методы исследования. Было проведено тщательное исследование мирового потенциала электроэнергии на основе ВИЭ. В этом разделе представлены последние данные по солнечной, ветровой и геотермальной энергетике.

Мы прогнозируем, что производство электроэнергии во всем мире увеличится на 30-76% в 2050 году по сравнению с 2022 г. во всех случаях (рис. 1). К 2050 году безуглеродная генерация технологии — возобновляемые источники энергии и атомная энергетика — обеспечивают электроэнергией от 54% до 67% Общий спрос по всем кейсам. На протяжении многих лет низкая стоимость технологии с нулевым выбросом углерода (ZTC) CASE прогнозирует наибольшую ветровую и солнечную генерацию по всему миру.

В этом случае предполагается, что более быстрое снижение капитальных затрат, чем в базовом сценарии для подмножества с нулевым выбросом углерода технологии, в том числе хранения. Другие случаи, такие как Высокая экономическая также показывают значительный рост возобновляемой генерации, предполагая, что Ценовая конкурентоспособность возобновляемых источников энергии более заметна при обслуживании более высоких приращений требование. Остальной спрос в основном удовлетворяется за счет угля и природного газа.

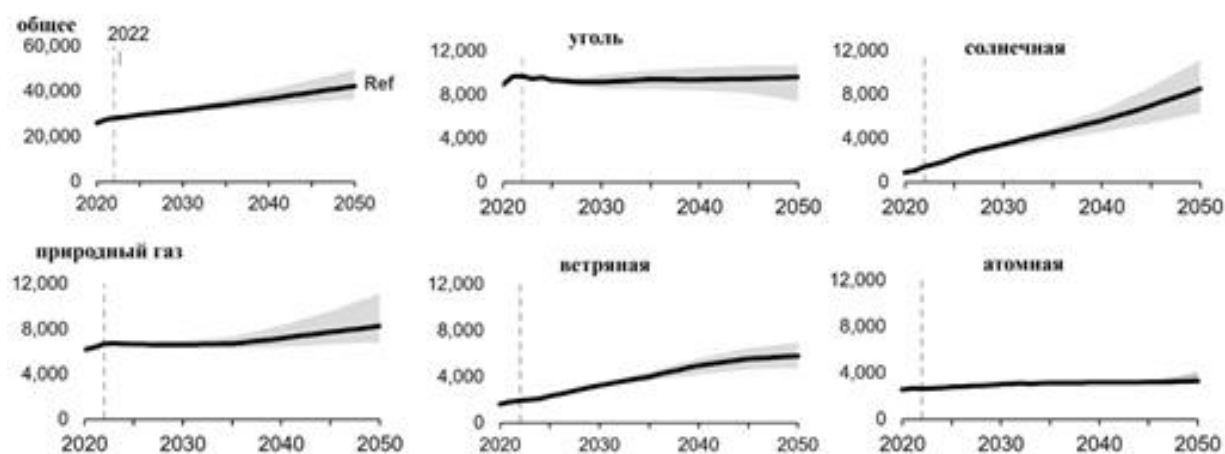


Рисунок 1 – Производство электроэнергии по видам топлива, млрд кВт [12]

В 2050 году доля угольной генерации будет варьироваться от снижения на 24% до увеличения на 10% с уровнем 2022 года. Верхняя граница для угля была достигнута в случае высоких темпов экономического роста, где предполагается, что экономика будет расти более быстрыми темпами по сравнению с базовым случаем, и требуется больше генерации из всех генерирующих ресурсов. Нижняя граница для угля генерации происходила в случае низкого экономического роста до середины 2040-х годов и в случае низкого экономического роста в случае низкого экономического роста, когда спрос на электроэнергию ниже. Для удовлетворения спроса требуется меньше угольной генерации. В случае с Low ZTC более высокая генерация от безуглеродной технологии вытесняет угольную генерацию.

Производство электроэнергии с использованием солнечной энергии быстро растет во всех частях света. Для производства солнечной электроэнергии используются фотоэлектрические (ФЭ) и концентрированные солнечные установки (КСЭ). Технологии на основе кристаллического кремния и тонкопленочного аморфного кремния обычно используются в фотоэлектрических системах, в то время как параболические желоба (РТ) и солнечные башни являются важными технологиями, используемые в установках.

Фотоэлектрические системы находятся на грани полного внедрения на рынке. Концентрирующие фотоэлементы имеют очень высокий КПД - до 40 %. Другие технологии, такие как органические фотоэлементы, все еще находятся на стадии исследования [12].

Эффективность типичных коммерческих модулей с плоскими пластинами и типичных коммерческих модулей составляет до 25 %. Обычный срок окупаемости системы зависит от места установки. В Южной Европе окупаемость составляет примерно 1-2 года и увеличивается в более высоких широтах. Производители уже гарантируют работу фотоэлектрических модулей в течение 25 лет, но фактический срок более 30 лет.

И наконец, исходя из реальных инвестиционных затрат, средневзвешенная глобальная стоимость энергии (LCOE) для солнечных фотоэлектрических установок снизилась на 85 % в период с 2010 по 2020 год, с 0,317 евро/кВт×ч до 0,048 евро/кВт×ч [13].

Среди новых фотоэлектрических технологий различают три подкатегории:

- Передовые неорганические тонкопленочные технологии,
- Органические солнечные элементы,
- Термофотоэлектрические (ТФВ) элементы и системы.

Большинство «новых» подходов можно отнести к категории высокоэффективных. Можно провести существенное различие между подходами, которые модифицируют и адаптируют свойства активного слоя, чтобы он лучше соответствовал солнечному спектру, и подходами, которые изменяют входящий солнечного спектра и применяются на периферии активного устройства [14].

В случае с фотоэлектрическими установками плавающая солнечная система представляет собой растущую возможность для разработчиков устанавливать солнечные установки в странах с ограниченными земельными ресурсами или в определенных местах с благоприятными условиями, такими как водоемы вблизи существующих сетей, например, плотины гидроэлектростанций или водоочистные сооружения, где можно использовать существующую инфраструктуру.

В этих местах можно использовать существующую инфраструктуру, чтобы сделать плавающие фотоэлектрические установки более конкурентоспособными по стоимости.

В 2021 году Китай сохранит лидерство в качестве крупнейшего рынка плавучих фотоэлектрических установок, за ним последуют Индия, Южная Корея и Вьетнам. Корея и Вьетнам. По прогнозам IHS Markit, на Азию будет приходиться более 70 процентов всех плавучих фотоэлектрических установок до 2024 года [15].

Солнечная фотоэлектрическая технология сочетает в себе два преимущества. С одной стороны, производство модулей может осуществляться на крупных заводах, что позволяет добиться эффекта масштаба. С другой стороны, фотоэлектричество - очень модульная технология. Кроме того, по сравнению с концентрированной солнечной энергией, фотоэлектрическая имеет то преимущество, что она использует не только прямой солнечный свет, но и рассеянную составляющую солнечного света, то есть солнечная фотоэлектрическая энергия вырабатывается энергией, даже если небо не совсем чистое. Эта возможность позволяет

эффективно внедрять фотоэлектрические системы в гораздо большем количестве регионов мира, чем для CSP [16].

Фотоэлектрические системы делятся на два основных типа: автономные и подключенные к сети приложения. Внесетевые фотоэлектрические системы имеют значительные возможности для экономического применения в неэлектрифицированных районах развивающихся стран. За последние несколько лет автономные централизованные фотоэлектрические системы мини-сетевые системы стали надежной альтернативой для электрификации деревень. Централизованные системы для локального энергоснабжения имеют различные технические преимущества, касающиеся электрической производительности и снижения потребности в хранении, доступности энергии и динамического поведения. Централизованные фотоэлектрические мини-системы могут быть наиболее экономически эффективными для данного уровня обслуживания. Они могут иметь дизель-генераторную установку в качестве дополнительной системы балансировки или работать как гибридная фотоэлектрическая-ветродизельная система. Такие системы актуальны для сокращения и исключения использования дизель-генераторов в удаленных районах [17].

По сравнению с автономной установкой стоимость систем, подключенных к сети, ниже, поскольку не требуется аккумулирование энергии. Фотоэлектрические системы, подключенные к сети, делятся на две категории: распределенные и централизованные. Распределенные фотоэлектрические системы, подключенные к сети, устанавливаются для обеспечения электроэнергией к подключенному к сети потребителю или непосредственно к электрической сети. Эти системы имеют ряд преимуществ: снижаются потери при распределении электроэнергии в электрической сети, поскольку система устанавливается в точке использования; для фотоэлектрической системы не требуется дополнительная земля, и можно снизить затраты на монтаж, если система монтируется на существующую структуру; и сам фотоэлектрический массив может использоваться в качестве облицовочного или кровельного материала, как в фотоэлектрических системах, интегрированных в здание. Типичные размеры составляют от 1 до 4 кВт для жилых систем и от 10 кВт до многих МВт для крыш общественных и промышленных зданий.

Энергия ветра, глобальный потенциал и мощность ветроэнергетики по оценкам, в 2020 году во всем мире было установлено рекордных 93 ГВт ветроэнергетической мощности, в том числе более 86,9 ГВт на суше, что является самым высоким показателем на сегодняшний день, и почти 6,1 ГВт на море. Этот рекордный показатель, объем рынка был на 45% выше предыдущего максимума в 2015 году (63,8 ГВт), что представляет собой увеличение почти на 53% по сравнению с установками 2019 года.

В результате общая глобальная мощность ветроэнергетики выросла на 14% по сравнению с 2019 годом и приблизилась к 743 ГВт (707,4 ГВт на суше, остальное - в море). Эта мощность в два раза превышала мощность, действовавшую во всем мире всего шесть лет назад, в конце 2014 года (рис. 2).

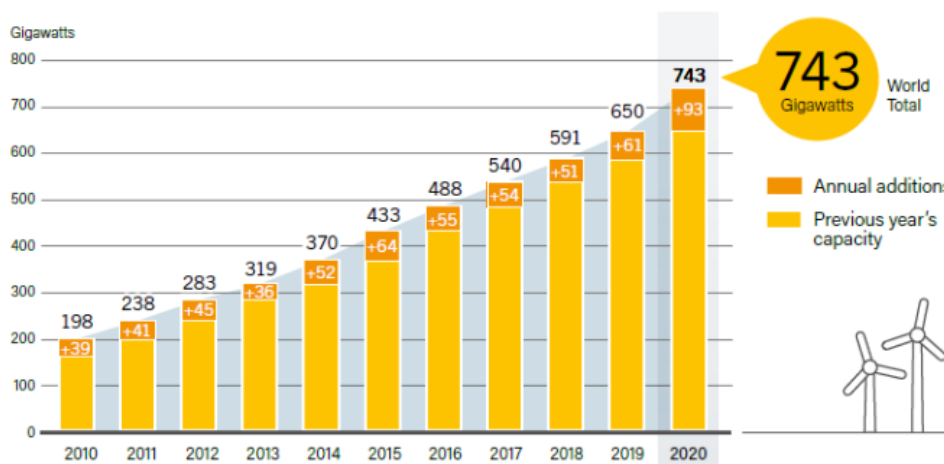


Рисунок 2 – Мировая мощность ветроэнергетики и ежегодный прирост за 2010-2020г.

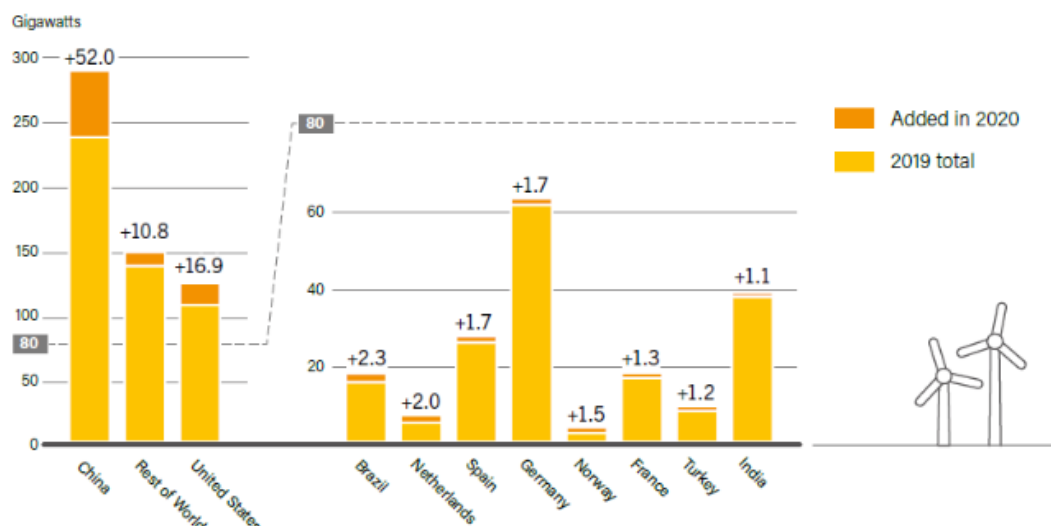


Рисунок 3 – Мощность и прирост ветроэнергетических мощностей, Топ-10 стран по приросту мощностей, 2020 год. [18, с. 146-147]

В 2020 году в мире был установлен рекорд по мощности ветроэнергетики, во главе с Китаем и Соединенными Штатами. Обе страны побили национальные рекорды по количеству новых установок. В остальном мире введено в эксплуатацию примерно столько же объектов, сколько и в 2019 году, но еще в нескольких странах были рекордные годы. Впервые в 2020 году глобальные капиталовложения в оффшорную ветроэнергетику превысили инвестиции в добычу нефти и газа на шельфе. В 2020 году на долю ветроэнергетики приходилась значительная доля производства электроэнергии в нескольких странах, включая Данию (более 58%), Уругвай (40,4%), Ирландия (38%) и Соединенное Королевство (24,2%) [18].

Во всем мире мощность ветроэнергетики в по оценкам, в 2020 году на долю эксплуатации приходилось более 6% от общего объема производства электроэнергии. 12-й год подряд Азия является крупнейшим региональным рынком, на долю которого приходится почти 60% добавленных мощностей (по сравнению с 50% в 2019 году), с общим объемом почти 348,7.

Вместе взятые, на эти пять стран приходится чуть более 80% ежегодных установок, при этом только на Китай и Соединенные Штаты приходится почти 74%. (рис. 3) [15].

Годовой КПД геотермальной электростанции, как правило, превышает 90%, достигая еще более высоких значений - 97-98 %. Тем не менее, более дорогая электроэнергия может компенсировать более высокие затраты на техническое обслуживание за счет увеличения затрат на техническое обслуживание. В настоящее время существует две основные категории геотермальных источников, обеспечивающих выработку геотермальной энергии: традиционные и современные геотермальные системы. Традиционные геотермальные электростанции, имеющиеся в продаже, используют гидротермальные ресурсы, существующие в природе. Разработка EGS рассматривается как альтернатива производству энергии с большим производственным потенциалом, чем у традиционных геотермальных электростанций, которые в настоящее время используют ограниченные природные гидротермальные резервуары. Кроме того, EGS может обеспечить энергоснабжение практически везде, поскольку практически любой участок может рассматриваться как резервуар на определенной глубине. Однако технология EGS по-прежнему нуждается в интенсивных исследованиях и разработках, чтобы к 2030 году выйти на стадию успешной демонстрации и создания коммерчески жизнеспособной электростанции. В отчете о рынке геотермальной энергии периодически обновляется информация о рынке геотермальной энергии и приводится краткое описание существующих схем финансовой поддержки производства геотермальной электроэнергии в Европе (рис. 4) [14].

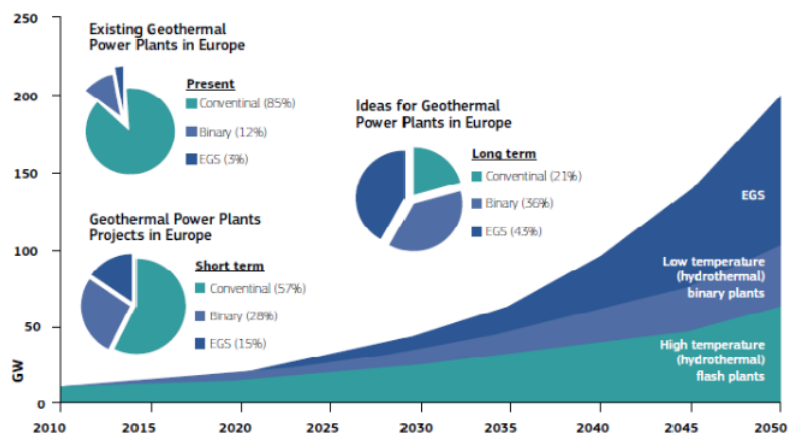


Рисунок 4 – Эволюция геотермальных электростанций и будущие тенденции в Европе к 2050 году в зависимости от типа технологии, используемой для производства геотермальной электроэнергии.

Количество электростанций и их предполагаемое распределение для краткосрочного и долгосрочного прогнозирования (вверху слева), а также предполагаемый рост установленной мощности (центральный рисунок).

Геотермальные системы встречаются в различных геологических средах, где температура и глубина залегания пластов соответственно различаются. Многие высокотемпературные гидротермальные системы (более 180°C) связаны с недавними вулканическими извержениями. Системы со средней температурой (от 100 до 180°C) и низкой температурой (менее 100°C) также встречаются в континентальных районах, где выработка тепла, превышающая норму, в результате распада радиоактивных изотопов увеличивает тепловой поток на суше или где водоносные горизонты подпитываются водой, нагретой в результате циркуляции вдоль зон глубоко проникающих разломов. При соответствующих условиях геотермальные месторождения с высокой, средней и низкой температурой могут быть использованы для выработки электроэнергии и прямого использования тепла. Источниками геотермальной энергии являются гидротермальные системы, проводящие системы и глубокие водоносные горизонты. Гидротермальные системы включают жидкие и парообразные типы. Проводящие системы включают горячие породы и магму в широком диапазоне температур.

Глубокие водоносные горизонты содержат циркулирующие флюиды в пористых средах или зонах трещиноватости на глубине, как правило, более 3 км. Однако в них отсутствует локализованный источник магматического тепла. Технологии использования геотермальных энергетических ресурсов могут быть сгруппированы в области производства электроэнергии, прямого теплоснабжения или комбинированного производства тепла и электроэнергии в системах когенерации. Технологии геотермальных тепловых насосов относятся к категории технологий прямого использования. Единственными коммерчески используемыми геотермальными системами для выработки электроэнергии и ее непосредственного использования являются гидротермальные. [19-20].

Результаты и их обсуждение. Последние отчеты о перспективах развития энергетики и литературные данные свидетельствуют о том, что большинство стран осознают преимущества использования возобновляемых источников энергии. Значительная доля мирового спроса на электроэнергию может быть произведена с помощью ВИЭ в ближайшем будущем, если эти страны ускорят свои исследования в области развития возобновляемых технологий. страны ускорят свои исследования в области развития возобновляемых технологий и установят наиболее подходящие и современные электростанции на основе ВИЭ. электростанций на основе ВИЭ. Китай обладает большим количеством возобновляемых ресурсов. Он обладает крупнейшими в мире ресурсами ветра и занимает значительное место в мире по использованию солнечной энергии, гидроэнергии и биомассы. и биомассы. Около 30% мировых фотоэлектрических панелей производится в Китае.

Геотермальные ресурсы также широко распространены по всей территории страны. Кроме того, электрификация сельских районов Китая с использованием возобновляемых ресурсов является простой и экономически выгодной благодаря значительному потенциалу ВИЭ. Однако, несмотря на все эти факторы, более 70% электроэнергии в Китае производится на электростанциях, работающих на угле, что делает Китай крупнейшим источником глобальной эмиссии CO₂. В 2022 году в стране выброс CO₂ увеличился на 720 миллионов тонн, а 16 из 20 самых загрязненных городов в мире.

Таким образом, Китаю необходимо активизировать использование возобновляемых ресурсов для обеспечения чистого и устойчивого энергоснабжения и будущего благополучия. Государственная политика и инициативы приведут к установке новых мощностей по производству электроэнергии из возобновляемых источников в Китае. Канада, Бразилия, США, Россия и Индия также обладают значительный потенциал гидроэнергетики, который может помочь этим странам вырабатывать экологически чистую электроэнергию для удовлетворения значительную часть своих потребностей в электроэнергии. Несмотря на то, что самый высокий потенциал солнечного излучения имеется в Южной Африке и странах Ближнего Востока, более 90% спроса на электроэнергию в этих странах удовлетворяется за счет ископаемого топлива. Удовлетворяется за счет генерации электроэнергии на ископаемом топливе, поскольку ископаемое топливо в этих странах дешево и в изобилии. Эти страны уже начали предпринимать некоторые шаги по увеличению использования солнечной энергии, чтобы сохранить ископаемое топливо для будущих и сократить выбросы загрязняющих веществ. Замена ископаемого топлива возобновляемой биомассой, основанная на эффективных, чистых и удобных технологий позволит сократить выбросы CO₂ в энергетических системах. Европейские страны, США, Бразилия, Индия и Россия обладают хорошим потенциалом биомассы для производства экологически чистой электроэнергии.

Заключение. В данной статье рассматриваются последние изменения, включая стоимость генерации и прогнозируемый рост основных технологий возобновляемой энергетики. Сделан вывод о том, что рост производства электроэнергии на основе ВИЭ необходим во всем мире для того, чтобы удовлетворить высокие потребности в электроэнергии в будущем без ущерба для окружающей среды. Предлагается, чтобы каждая страна создала совет по развитию возобновляемых источников энергии (REPC) с целью расширения использования ВИЭ путем содействия исследованиям и разработкам, а также предоставления поддержки и субсидий и разработок, а также путем предоставления поддержки и субсидий для установки электростанций на основе ВИЭ. Также рекомендуется создать глобальный REPC с целью мониторинга и содействия развитию возобновляемых источников энергии в каждой стране и поддержки слаборазвитых стран для стимулирования их развития на основе ВИЭ путем выделения значительных средств такими агентствами, как Всемирный банк и другие доноры и финансисты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Energy Information Administration, International energy outlook, [Text] / 2023.
- 2 Panwar, N.L. Role of renewable energy sources in environmental protection: a review [Text]/ N.L. Panwar, S.C. Kaushik, S. Kothari // Renew Sustain Energy Rev 15: 1513–24.
- 3 Jamel, M.S. Advances in the integration of solar thermal energy with conventional and non-conventional power plants [Text] / M.S. Jamel, A.Abd. Rahman, A.H. Shamsuddin // Renewable and Sustainable Energy Reviews 2018; 20:71–81.
- 4 Goodbody, C. Regional integration of renewable energy systems in Ireland – the role of hybrid energy systems for small communities [Text] / C. Goodbody, E. Walsh, K.P. McDonnell, P. Owende // Int J Electr Power Energy Syst 2020; 44:713–20.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0142061512004486>.
- 5 Nema, P. A current and future state of art development of hybrid energy system using wind and PV-solar: a review [Text] / P. Nema, R.K. Nema, S. Rangnekar // Renew Sustain Energy Rev 2021;13:2096–103.

6 Zhao, Z-y. A critical review of factors affecting the wind power generation industry in China [Text] / Z-y. Zhao, H. Yan, J. Zuo, Y-x. Tian, G. Zillante // *Renew Sustain Energy Rev* 2023;19: 499–508.

7 Tyagi, V.V. Progress in solar PV technology: research and achievement [Text] / V.V. Tyagi, N.A.A. Rahim, N.A. Rahim, J.A.L. Selvaraj // *Renew Sustain Energy Rev* 2023;20:443–61.

8 Xydis, G. Comparison study between a renewable energy supply system and a supergrid for achieving 100% from renewable energy sources in Islands [Text] / G. Xydis // *Int J Electr Power Energy Syst* 2023;46:198–210.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0142061512006096>.

9 Ong, H.C. A review on energy scenario and sustainable energy in Malaysia [Text] / H.C. Ong, T.M. Mahlia, H.H. Masjuki [Text] // *Renew Sustain Energy Rev* 2021;15:639–47.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032110003308>.

10 Ecology Global Network. Energy. Ecology: ecology global network. [Text] / <https://wmo.int/ru/media/news/koncentraciya-parnikovykh-gazov-dostigla-rekordnogo-urovnya-vnov/>

11 Newell, R. Annual energy outlook 2020 [Text] / R. Newell // US energy information administration. <https://wmo.int/ru/media/news/koncentraciya-parnikovykh-gazov-dostigla-rekordnogo-urovnya-vnov>.

12 Komendantova, N. Perception of risks in renewable energy projects: the case of concentrated solar power in North Africa [Text] / / N. Komendantova, A. Patt, L. Barras, A. Battaglini // *Energy Policy* 2022;40:103–9.

13 World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway, International Renewable Energy Agency, IRENA (2021), [Text] / Abu Dhabi. Available for download: www.irena.org/publications.

14 Technology Map of the European Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan). [Text] / Technology Descriptions, doi: 10.2790/99812 (online), Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019, © European Union, 2019. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/f5b60dd9-a0a1-447d-a64a-11c436f84492/language-en>.

15 Cleantech Trends in 2021, Technologies to reduce emissions and confront climate change, HIS Markit, accessed on line 28 02 2022. <https://cdn.ihsmarkit.com/www/pdf/0222/IHS-Markit-Top-10-Cleantech-Trends-2022-Whitepaper.pdf>.

16 Marks, N.D. Photovoltaic power systems: a review of topologies, converters and controls [Text] / N.D. Marks, T.J. Summers, R.E. Betz // In: 22nd Austral-Asian universities power engineering conference (AUPEC); 26–29 Sept. 2019. p. 1–6.

17 Brankera, K. A review of solar photovoltaic levelized cost of electricity [Text] / K. Brankera, M.J.M. Pathaka, J.M. Pearce // *Renewable Sustainable Energy Rev.*, 2019, 15, 4470–82. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032111003492>.

18 Renewable energy policy network for the 21st century. https://www.ren21.net/wpcontent/uploads/2019/05/GSR2021_Full_Report.pdf, accessed on line 01.03.2022.

19 Fridleifsson, I.B. Geothermal energy for the benefit of the people [Text] / I.B. Fridleifsson [Text] // *Renewable Sustainable Energy Rev*, 5, 299–312.

20 Yan, Q. Resource evaluation of global geothermal energy and the development obstacles / Q. Yan, A. Wang, G. Wang, W. Yu, Q. Chen // 2020 International conference on advances in energy engineering; 19–20 June 2020. p. 115–119.

REFERENCES

- 1 Energy Information Administration, International energy outlook, [Text] / 2023.
- 2 Panwar, N.L. Role of renewable energy sources in environmental protection: a review [Text] / N.L. Panwar, S.C. Kaushik, S. Kothari // *Renew Sustain Energy Rev* 15: 1513–24.
- 3 Jamel, M.S. Advances in the integration of solar thermal energy with conventional and non-conventional power plants [Text] / M.S. Jamel, A.Abd. Rahman, A.H. Shamsuddin // *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2018; 20:71–81.
- 4 Goodbody, C. Regional integration of renewable energy systems in Ireland – the role of hybrid energy systems for small communities [Text] / C. Goodbody, E. Walsh, K.P. McDonnell, P. Owende // *Int J Electr Power Energy Syst* 2020; 44:713–20. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0142061512004486>.

- 5 Nema, P. A current and future state of art development of hybrid energy system using wind and PV-solar: a review [Text] / P. Nema, R.K. Nema, S. Rangnekar // *Renew Sustain Energy Rev* 2021;13:2096–103.
- 6 Zhao, Z-y. A critical review of factors affecting the wind power generation industry in China [Text] / Z-y. Zhao, H. Yan, J. Zuo, Y-x. Tian, G. Zillante // *Renew Sustain Energy Rev* 2023;19: 499–508.
- 7 Tyagi, V.V. Progress in solar PV technology: research and achievement [Text] / V.V. Tyagi, N.A. Rahim, N.A. Rahim, J.A.L. Selvaraj // *Renew Sustain Energy Rev* 2023;20:443–61.
- 8 Xydis, G. Comparison study between a renewable energy supply system and a supergrid for achieving 100% from renewable energy sources in Islands [Text] / G. Xydis // *Int J Electr Power Energy Syst* 2023;46:198–210.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0142061512006096>.
- 9 Ong, H.C. A review on energy scenario and sustainable energy in Malaysia [Text] / H.C. Ong, T.M. Mahlia, H.H. Masjuki [Text] // *Renew Sustain Energy Rev* 2021;15:639–47.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032110003308>.
- 10 Ecology Global Network. Energy. Ecology: ecology global network. [Text] / <https://wmo.int/ru/media/news/koncentraciya-parnikovykh-gazov-dostigla-rekordnogo-urovnya-vnov/>
- 10 Newell, R. Annual energy outlook 2020 [Text] / R. Newell // US energy information administration.
<https://wmo.int/ru/media/news/koncentraciya-parnikovykh-gazov-dostigla-rekordnogo-urovnya-vnov>.
- 12 Komendantova, N. Perception of risks in renewable energy projects: the case of concentrated solar power in North Africa [Text] / / N. Komendantova, A. Patt, L. Barras, A. Battaglini // *Energy Policy* 2022;40:103–9.
- 13 World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway, International Renewable Energy Agency, IRENA (2021), [Text] / Abu Dhabi. Available for download: www.irena.org/publications.
- 14 Technology Map of the European Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan). [Text] / Technology Descriptions, doi: 10.2790/99812 (online), Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019, © European Union, 2019. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/f5b60dd9-a0a1-447d-a64a-11c436f84492/language-en>.
- 15 Cleantech Trends in 2021, Technologies to reduce emissions and confront climate change, HIS Markit, accessed on line 28 02 2022. <https://cdn.ihsmarkit.com/www/pdf/0222/IHS-Markit-Top-10-Cleantech-Trends-2022-Whitepaper.pdf>.
- 16 Marks, N.D. Photovoltaic power systems: a review of topologies, converters and controls [Text] / N.D. Marks, T.J. Summers, R.E. Betz // In: 22nd Austral-Asian universities power engineering conference (AUPEC); 26–29 Sept. 2019. p. 1–6.
- 17 Brankera, K. A review of solar photovoltaic levelized cost of electricity [Text] / K. Brankera, M.J.M. Pathaka, J.M. Pearce // *Renewable Sustainable Energy Rev.*, 2019, 15, 4470–82.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032111003492>.
- 19 Renewable energy policy network for the 21st century.
https://www.ren21.net/wpcontent/uploads/2019/05/GSR2021_Full_Report.pdf, accessed on line 01.03.2022.
- 19 Fridleifsson, I.B. Geothermal energy for the benefit of the people [Text] / I.B. Fridleifsson [Text] // *Renewable Sustainable Energy Rev*, 5, 299–312.
- 20 Yan, Q. Resource evaluation of global geothermal energy and the development obstacles / Q. Yan, A. Wang, G. Wang, W. Yu, Q. Chen // 2020 International conference on advances in energy engineering; 19–20 June 2020. p. 115–119.

ТҮЙІН

Жаңартылатын энергия технологияларын жаһандық пайдалану жаһандық жылыну және қазба отын қорларының азаюы туралы алаңдаушылыққа байланысты қарқынды дамып келеді. Әлемнің көптеген елдерінде екі немесе одан да көп жаңартылатын энергия көздері (ЖЭК) бар, сондықтан электр энергиясын өндіру үшін ЖЭК пайдалануды ынталандыруға бағытталған саясатты әзірледі. электр энергиясын өндіру үшін. Жаңартылатын энергия көздерін пайдалану сценарийін бағалау жаңартылатын энергетика саласын одан әрі дамыту мақсатында жаңартылатын энергия көздері технологиялары саласында зерттеулер мен зерттеулер мен

әзірлемелер жүргізу үшін қажет. жаңартылатын энергия көздері өнеркәсібі. Орнату қуаттылығындағы, құнындағы және төмендеуіндегі соңғы өзгерістер. Бұл мақалада ЖЭК негізіндегі электр энергиясын өндірудің негізгі әдістерінің орнату қуаттылығындағы, электр энергиясының құны мен шығындарының төмендеуіндегі соңғы өзгерістер қарастырылады. Сондай-ақ, бұрынғы жаңартылатын көздер негізінде электр энергиясын өндірудің өсуі және болашаққа болжамдар қарастырылуда. Талдау көрсеткендей, егер жаңартылатын энергетиканың ағымдағы дамуы жалғаса берсе, болашақта әлемдік электр энергиясын өндірудің көп бөлігі қамтамасыз етілуі мүмкін. Болашақта әлемдік электр энергиясын өндірудің басым бөлігі жаңартылатын энергетика технологиялары есебінен қамтамасыз етілетін болады. Талдау сонымен қатар жанармай шығындары мен ластаушы заттардың шығарындыларының едәуір бөлігін ЖЭК негізіндегі электр энергиясын өндіру технологияларын ЖЭК негізіндегі электр энергиясын өндіру технологияларын кеңірек пайдалану арқылы азайтуға болатынын көрсетеді.

ӨОЖ 691.42:691.217
FTAXP 67.15.47

DOI 10.52578/2305-9397-2024-2-2-307-316

Мухамбеткалиев А. Б., докторант, **негізгі автор**, <https://orcid.org/0000-0001-9163-1438>
«Қарағанды индустриалды университеті» КеАҚ, Теміртау қ., Республика 30, Қазақстан Республикасы, zika8529@mail.ru
Жарылғанов С. М., «Құрылыс және құрылыс материалдары» жоғары мектебінің доценті м.а., PhD доктор, <https://orcid.org/0000-0002-3104-6568>
«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, sabit.raisa@mail.ru
Рыскалиев М. Ж., «Құрылыс және құрылыс материалдары» жоғары мектебінің доценті м.а., PhD доктор, <https://orcid.org/0000-0002-3361-2076>
«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, muratbai_84@mail.ru
Кунаева А. А., 2 курс магистранты, <https://orcid.org/0000-0003-4667-5110>,
«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, kunaevaida@mail.ru

Mukhambetkaliyev A. B., doctoral student, **the main author**, <https://orcid.org/0000-0001-9163-1438>
NJSC «Karaganda industrial University», Temirtau, Republic 30, Republic of Kazakhstan, zika8529@mail.ru
Zharylgapov S. M., Associate professor of the Higher School «Construction and building materials» PhD doctor
NJSC «Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian Technical University», Uralsk, Zhangir Khan 51, 090009, Kazakhstan. sabit.raisa@mail.ru
Ryskaliyev M. Zh., Associate professor of the Higher School «Construction and building materials» PhD doctor
NJSC «Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian Technical University», Uralsk, Zhangir Khan 51, 090009, Kazakhstan. muratbai_84@mail.ru
Kunayeva A. A., 2nd year undergraduate student
NJSC «Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian Technical University», Uralsk, Zhangir Khan 51, 090009, Kazakhstan. kunaevaida@mail.ru

**МҰНАЙ ШӨГІНДІЛЕРІН КЕРАМИКА ҚҰРАМЫНА ҚОСЫП ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ОНЫ
ЭНЕРГИЯ ТИІМДІ ЖӘНЕ ТҮРЛЕНДІРУШІ КОМПОНЕНТ РЕТІНДЕ ПАЙДАЛАНУ
STUDIES OF OIL SLUDGE AND THEIR USE AS AN ENERGY-EFFICIENT AND
MODIFYING COMPONENT IN THE COMPOSITION OF CERAMIC MASSES**

Аннотация

Мұнай шламын ғылыми-тәжірибелік зерттеу қорытындылары көрсетілген. Мұнай шламын органоминалды конгломерат қоспасына айналдырудың жаңа технологиясы жасалған. Мұнайшламы бар органоминалды конгломерат қоспасын сары саздақ негізіндегі керамикалық массаға қосу оны жоғары сезгіштіктен төменгі сезгіштікке әкеледі.