

Таскин Фёдор Александрович,
студент ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург
taskinf@mail.ru



Состояние гидроэнергетики Германии

Аннотация. Гидроэнергетика является наиболее развитой областью энергетики на возобновляемых ресурсах в Германии. Немецкий опыт функционирования гидроэлектростанций, использования новых технологий и нормирования процессов может быть полезен многим странам мира. Целью исследования является оценка состояния гидроэнергетики Германии и перспективы ее развития. В ходе работы изучена нормативная база по гидроэнергетике, проведен анализ ряда показателей работы гидроэлектростанций, рассмотрены перспективы совершенствования гидроэнергетических объектов. Сформулирован вывод о развитии гидроэнергетики Германии за счет модернизации старых, строительства малых и крупных по мощности, шахтных гидроэлектростанций.

Ключевые слова: Германия, возобновляемые источники энергии, гидроэнергетика, ГЭС, мощность, объем выработки, потребители энергии.

Раздел: 5.2. Экономика.

Введение

Расширение использования возобновляемых источников энергии (далее – ВИЭ) для получения экологически «чистой» электроэнергии является приоритетным направлением в хозяйственной деятельности многих стран мира. Один из ВИЭ – вода, которая используется при работе гидроэлектростанций (далее – ГЭС). Себестоимость электроэнергии, получаемой на ГЭС, невелика. Она значительно ниже, чем у атомных и тепловых электростанций. ГЭС не используют атмосферный кислород для производства электроэнергии и не выделяют вредных веществ. Кроме этого водохранилища ГЭС используют для водоснабжения территорий, орошения засушливых земель, эксплуатации водного транспорта, развития рыбного хозяйства, создания мест отдыха населения. За счет быстрого запуска либо остановки возможности изменения мощности гидроагрегатов ГЭС позволяют энергосистеме оперативно реагировать на изменение объемов потребления электроэнергии, оперативно устранять аварии. В масштабе сети ГЭС нивелируют прерывистость поступления энергии от ветровых и солнечных электростанций, играют важную роль в хранении энергии.

Однако стоит отметить, что строительство ГЭС влияет на окружающую среду и может вызвать экологические проблемы: разрушение экосистем, изменение гидрологических условий в реках, вынужденное переселение населения с затопляемых территорий. Поэтому уже на этапе проектирования, а также при строительстве новых и модернизации действующих ГЭС необходимо проводить мероприятия по минимизации негативного воздействия на окружающую среду и жизнь людей.

Германия является одним из лидеров в области развития гидроэнергетики в Евросоюзе. Оценить целесообразность дальнейшего развития гидроэнергетики в Германии позволит анализ ее состояния на современном этапе. Новшества, разработанные немецкими учеными в сфере гидроэнергетики, могут быть полезны как в самой Германии, так и в других странах.

Методология и результаты исследования

В исследовании использованы следующие методы: изучение данных нормативно-правовых актов, научной литературы; анализ статистических показателей работы ГЭС и перспективных изменений гидроэнергетических объектов; обобщение данных и выявление общих тенденций развития гидроэнергетики. Данный комплекс методов позволяет полностью достичь исследовательской цели.

Германия находится в числе лидеров по развитию гидроэнергетики в Евросоюзе. Действующая энергетическая стратегия Германии была разработана при участии Федерального министерства охраны окружающей среды и природы, Федерального министерства экономики и технологий и Федерального министерства транспорта и городского развития. Директивы и положения Европейского энергетического союза, федеральные законы Германии о защите климата и развитии энергетики содержат основные принципы энергетической стратегии. Важными положениями стратегии Германии являются:

- увеличение доли ВИЭ – переход 80% потребителей на ВИЭ к 2050 г.;
- развитие рынка электромобилей – введение в эксплуатацию 6 млн электромобилей к 2030 г.;
- закрытие вредных производств – прекращение работы ядерных реакторов, выбрасывающих загрязняющие вещества в атмосферу;
- реформа энергетического сектора – создание конкурентных условий на рынке, отсутствие монополий [1, 2].

Закон о возобновляемых источниках энергии (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG) был принят в Германии в 2000 г. В EEG впервые был закреплён приоритет электроэнергии, полученной из ВИЭ, над производимой традиционными способами, что стимулировалось льготными условиями подсоединения к электрической сети [3, 4]. В EEG было внесено несколько поправок, затрагивающих достижение целевых показателей, тарифную политику, меры государственной поддержки. Поправкой 2014 г. к EEG были поставлены цели по увеличению доли ВИЭ в общем потреблении электроэнергии: предусматривает достижение следующих показателей по доле ВИЭ в общем потреблении электроэнергии в стране: до 40–45% к 2025 г., до 55–60% к 2035 г. и не менее 80% к 2050 г. [5, 6] Изменениями, внесенными в EEG в 2023 г., достижение значения показателя не менее 80% было сдвинуто на 2030 г. [7]

Для достижения установленных целевых показателей в Германии осуществляется государственная поддержка использования ВИЭ для получения энергии. Предлагаются различные виды поддержки, такие как модель поддержки возобновляемой энергетики, модель надбавок к рыночной цене (Feed-in-Premium), модель минимальных, гарантированных ставок оплаты (Feed-in-Tariff, FIT), модель квот с «зелеными сертификатами», модель тендеров [8].

История развития гидроэнергетики в Германии начинается с конца XIX в., когда появились плотины на крупных реках [9]. В 1891 г. в Германии была построена первая ГЭС на реке Неккар (приток Рейна). Большинство ГЭС Германии располагаются на самых крупных реках страны. На реке Мозель работает целый каскад из 28 ГЭС, на Рейне – из 27. Гидроэнергетические мощности в Германии считаются зрелыми, а потенциал уже почти полностью использован, при этом возможности для роста ограничены. В последние годы рост мощности в основном происходил за счет переоборудования существующих электростанций.

В Германии основное количество рек являются равнинными. Это, с одной стороны, хорошо: ГЭС не имеют больших водохранилищ, что устраивает экологов. Происходит минимальное изменение природного ландшафта. С другой стороны, когда

нет водохранилищ, то энергетики не имеют возможности корректировать сток и регулировать последствия катаклизмов природы.

По данным Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (The International Renewable Energy Agency, IRENA), суммарная установленная мощность возобновляемых источников энергии в мире за прошедшие 10 лет увеличилась в 2,3 раза, на 1,6 тыс. ГВт. При этом мощность ГЭС увеличилась на 38,9%, с 926 ГВт в 2010 г. до 1212 ГВт в 2020 г. [10]

В Германии с конца XIX в. было построено более 5500 ГЭС. В настоящее время функционирует только часть из них. Большинство ГЭС расположено в западных землях, таких как Бавария, Рейнланд-Пфальц, Нижняя Саксония, Баден-Вюртемберг, Шлезвиг-Гольштейн, Гессен, Северный Рейн-Вестфалия. Также ряд ГЭС находятся в восточных землях, таких как Тюрингия, Саксония, Саксония-Анхальт.

Больше всего ГЭС было введено в эксплуатацию по второй половине XX в., одна из них – Goldisthal power plant, расположенная в верховьях реки Шварца в сланцевых горах западной Тюрингии, – в начале XXI в. [11] Старейшими ГЭС, которые начали свою работу еще в первой половине XX в., являются: Walchensee power plant в Баварии, на которую подается вода из Вальхензее (верхнее водохранилище), а затем сбрасывается в Кохельзее (нижнее водохранилище) [12]; Gars power plant на реке Инн в Верхней Баварии [13]; Hemfurth power plant в Эдертале [14]; Teufelsbruck power plant на реке Инн в Верхней Баварии [15]; Wasserburg power plant на реке Инн в Вассербурге [16]; Kachlet power plant на реке Дунай возле Пассау [17]; Bleiloch power plant на реке Заале [18].

Потребителями энергии являются близлежащие к ГЭС населенные пункты. Например, электростанция Teufelsbruck power plant, расположенная на северо-востоке Верхней Баварии, в районе Шамбахер-Хее, обеспечивает электроэнергией около 33 000 домашних хозяйств [19]. Турбины электростанции Kachlet power plant вырабатывают энергию для города Пассау. Благодаря строительству Kachlet power plant был создан Магистрально-Дунайский канал крупномасштабных перевозок грузов [20].

Кроме этого водохранилища ГЭС служат для развития рыбного хозяйства и сохранения ценных пород рыб. Электростанция Wasserburg power plant оборудована рыбоводным отводом. В последние годы нерестилища с гравием в хвостовых водах были экологически улучшены, некоторые старые водные системы реконструированы и вновь активированы [21].

В структуре ГЭС Германии присутствуют как малые по мощности – до 5 МВт, так и средние – от 5 до 25 МВт – и мощные – свыше 25 МВт ГЭС. Самыми мощными ГЭС являются: Markersbach power plant на реке Митвайда – 1045 МВт [22], Goldisthal power plant на реке Шварц – 1060 МВт [23]. ГЭС малой мощности – Trausnitz power plant – 1 МВт, расположенная на Пфраймде недалеко от Траусница в районе Швандорф [24].

По объему годовой выработки электричества в первую пятерку входят следующие ГЭС: Hohenwarte power plant на реке Заале – 725,56 млн кВт·ч [25], Langenprozelten power plant – 621,77 млн кВт·ч [26], Erzhausen power plant – 466,33 млн кВт·ч [27], Happurg power plant – 304,69 млн кВт·ч [28], Коепченверк power plant – 284,35 млн кВт·ч [29].

Наименьший объем годовой выработки электричества у ГЭС: Markersbach power plant на реке Митвайда – 1,0 млн кВт·ч [30], Goldisthal power plant на реке Шварц – 2,0 млн кВт·ч [31], Geislingenwasser power plant – 2,28 млн кВт·ч [32], Trausnitz power plant – 3,58 млн кВт·ч [33].

Доля энергии, вырабатываемый ГЭС Германии, невелика и составляет около 1,5% от общего объема энергии за счет ВИЭ. Основной объем энергии от ВИЭ полу-

чается за счет ветровой и солнечной энергии. Но благодаря федеральным программам экономического стимулирования ожидается существенный рост числа так называемых малых ГЭС.

На сегодняшний день гидроэнергетика в Германии достигла своего предела в качестве возобновляемой энергии. Экологические требования к новым станциям вряд ли могут быть удовлетворены, так как не должны быть повреждены естественные места обитания, пути миграции рыб и ландшафты берегов рек. Это связано с тем, что рыбу часто загоняют на электростанцию и смертельно травмируют на турбинах или сетях.

Для изменения данной ситуации командой Технического университета Мюнхена был разработан перспективный проект шахтной ГЭС. Такая ГЭС является уникальным в мировом масштабе типом электростанции, который гораздо бережнее относится к природе. Русло реки не нужно отводить – вместо этого в русло реки перед плотиной встраивается шахта для размещения турбины и генератора. Вода поступает в шахту, приводит в движение турбину и возвращается в реку под плотиной. Меньшая часть течет над валом и плотиной. Очевидно, что инженерам удалось управлять потоком таким образом, чтобы электростанция эффективно вырабатывала электроэнергию, но в то же время всасывание в шахту невелико. Многочисленные испытания прототипа показали, что большинство рыб, таким образом, безопасно плавают над валом. Более того, они могут безопасно мигрировать вниз по течению через два отверстия в плотине. Вверх по течению они могут добраться до шахты по стандартной рыбной лестнице [34].

Помимо защиты рыбы, шахтная ГЭС имеет еще одно преимущество для экологии воды: она проницаема для мусора и бревен, переносимых рекой. Движение и осаждение этого «мусора» важно, например, для нерестилищ. Решетка, так называемые грабли, которые находятся на шахте, удерживают ее вдали от турбины. Затем он регулярно выталкивается турбиной вниз по течению. Для этого открыт замок в плотине. Таким образом можно также сливать паводковые воды.

Первая шахтная ГЭС, соответствующая строгим экологическим критериям, построена на реке Лойзах недалеко от Гроссвайла в районе Гармиш-Партенкирхен. Строительство ГЭС даже улучшило маршруты миграции рыбы: электростанция была построена компанией Wasserkraft Großweil GmbH на существующем склоне, по которому раньше было трудно двигаться рыбам. ГЭС вырабатывает электроэнергию примерно для 800 домохозяйств, тем самым способствуя децентрализованному энергоснабжению.

Шахтная ГЭС подходит для рек разных размеров, а также для различных истоков. Уже запланировано двенадцать станций на реках Иллер, Заалах, Вюрм и Неккар [35].

Другим перспективным направлением развития ГЭС является программа строительства малых ГЭС. Данное направление не является новым, так как самые первые ГЭС мощностью в несколько сотен ватт были построены в 1876–1881 гг. в Германии и Англии.

Малые ГЭС имеют свои недостатки и преимущества. К недостаткам относят высокую стоимость установки, неблагоприятное воздействие на местную дикую природу. Часто эти установки устанавливаются в местах с потенциальным речным стоком. Чтобы выдержать сезонные колебания погоды, конструкция малой ГЭС должна быть гибкой и прочной. Сначала через трубу (туннель) установки, ведущую к гидроэнергетической системе (турбинам), отводится речной сток (до 95% среднегодового расхода), а затем вода возвращается обратно в реку ниже по течению.

Преимуществами строительства малых ГЭС являются: безопасное производство, сокращение дефицита электроэнергии в отдельных регионах, сокращение затрат на доставку топлива, создание дополнительных мест рабочих мест.

Еще одним направлением развития гидроэнергетики Германии является строительство крупных современных ГЭС и модернизация действующих. С учетом увеличения

цен на ископаемые виды топлива правительством Германии осуществляются мероприятия по привлечению инвестиций от частных компаний в строительство крупных ГЭС. Планы по модернизации действующих ГЭС составляются с учетом природоохранных программ. В 2011 г. на месте одной из старейших ГЭС Германии Rheinfelden была заново построена новая ГЭС, превосходящая по мощности старую в четыре раза [36]. По состоянию на июль 2023 г. крупнейшей строящейся ГЭС Германии является Waldeck в федеральной земле Гессен. Ее мощность составляет 990 МВт [37].

Заключение

ГЭС играют важную роль в электроснабжении человечества. На сегодняшний день было реализовано множество впечатляющих проектов в разных уголках планеты. Доля основных промышленно-производственных фондов энергетики, сконцентрированных на ГЭС составляет около 20% [38].

История развития гидроэнергетики Германии началась с конца XIX в. В настоящее время в Германии работают ГЭС различные по мощности и выработке электричества. Большинство из них расположены в западных землях Германии.

Общий объем энергии, вырабатываемый ГЭС в Германии, невелик и оставляет около 1,5% от доли энергетического рынка страны. Приоритет имеют другие возобновляемые источники энергии – энергия ветра и солнца.

Развитие гидроэнергетики в Германии планируется осуществлять за счет модернизации старых ГЭС, строительства крупных и малых ГЭС, внедрения технологий шахтных ГЭС, проведения анализа безопасности турбин ГЭС для популяции рыб. Для поддержки гидроэнергетики Германии государство оказывает всесторонние меры поддержки инвесторов отрасли, законодательно регулирует расширение использования ВИЭ для достижения целей устойчивого развития.

Знание вопросов гидроэнергетики позволит оценить возможности и сроки реализации перехода Германии на «чистую» энергию и отказа от использования невозобновляемых источников энергии; рассчитать требуемые объемы экспорта/ импорта электроэнергии. При этом нужно учитывать необходимость бесперебойного обеспечения электроэнергией производства и общества, установления тарифов, доступных для населения, сохранения окружающей среды.

Оценка работы действующих ГЭС позволит спрогнозировать различные сценарии развития гидростроительства. При строительстве новых ГЭС должна обеспечиваться возможность достижения наименьших удельных показателей воздействия на окружающую среду, наибольших значений социально-экологической и экономической эффективности.

Также знания в сфере гидроэнергетики могут быть полезны для проведения дальнейших исследований в части развития гидроэнергетики в отдельных федеральных землях Германии; позволят разработать рекомендации по оптимальным объемам выработки электроэнергии на ГЭС при минимизации экологического ущерба окружающей среде; сформулировать возможные ограничения и предельные значения по развитию гидроэнергетики.

Ссылки на источники

1. Спиричев В. Д., Громов А. А. Законодательное регулирование электроэнергетической отрасли в Германии // Актуальные вопросы современной науки и образования: сборник статей VIII Международной научно-практической конференции, Пенза, 20 февраля 2021 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2021. – С. 68–70.
2. Марьин Е. В. Реализация Парижского соглашения по климату на примере Германии // Вопросы устойчивого развития общества. – 2021. – № 9. – С. 41–45.

3. Хорольская М. В. Климатическая политика ФРГ на современном этапе // Научно-аналитический вестник Института Европы РАН. – 2022. – № 4 (28). – С. 30–39. DOI: 10.15211/vestnikieran420223039.
4. Шувалова О. В., Стоянова М. Й. Достижения Дании и Германии в области перевода своих экономик с ископаемых на альтернативные источники энергии // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. – 2020. – Т. 28. – № 2. – С. 315–333. DOI: 10.22363/2313-2329-2020-28-2-315-333.
5. Логинова Д. А., Николаева Т. Н. Электроэнергетика и развитие возобновляемых источников энергии в Германии // Теория и практика германистов: состояние и перспективы: материалы VII Межвуз. междисциплин. научн.-практ. конф.: сб. ст. студ. и аспирантов, Москва, 30 марта 2019 года. Вып. 69. – М.: Всероссийская академия внешней торговли Министерства экономического развития Российской Федерации, 2019. – С. 82–91.
6. Amendment of the Renewable Energy Sources Act (EEG 2014) // International Energy Agency. – 2014. – URL: <https://www.iea.org/policies/5734-2014-amendment-of-the-renewable-energy-sources-act-eeeg-2014>
7. Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG 2023) // Bundesministerium der Justiz. – 2023. – URL: https://www.gesetze-im-internet.de/eeeg_2014/EEG_2023.pdf
8. Шклярук М. С. Возобновляемая энергетика: экономические инструменты поддержки и оценка их нормативно-правового закрепления // Ежегодный сборник статей ЭНЕРПО. – 2018. – № 1. – С. 93–146.
9. Обертайс Ю. Вода в XX столетии: трансформация ландшафта и человека в Советском Союзе, Германии, Европе и США // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. – 2019. – № 6 (63). – С. 39–51. DOI: 10.26105/SSPU.2019.63.5.005.
10. Трегубова Е. А., Трегубов А. И. Интенсивность использования мощности нетрадиционных возобновляемых источников энергии в электроэнергетике: анализ зарубежного и отечественного опыта // E-Management. – 2022. – Т. 5. – № 3. – С. 15–25. DOI: 10.26425/2658-3445-2022-5-3-15-25.
11. Goldisthal hydroelectric plant // Gem.wiki. – 2023. – URL: https://www.gem.wiki/Goldisthal_hydroelectric_plant
12. Walchensee Hydroelectric Power Station // Wikipedia. – 2023. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Walchensee_Hydroelectric_Power_Station
13. Gars Run-of-River Power Plant // Verbund. – 2023. – URL: <https://www.verbund.com/en-at/about-verbund/power-plants/our-power-plants/gars>
14. Hemfurth power station – Germany // Globecountries. – 2023. – URL: <https://www.globecountries.com/power/hemfurth.html>
15. Teufelsbruck Run-of-River Power Plant // Verbund. – 2023. – URL: <https://www.verbund.com/en-at/about-verbund/power-plants/our-power-plants/teufelsbruck>
16. Wasserburg Run-of-River Power Plant // Verbund. – 2023. – URL: <https://www.verbund.com/en-at/about-verbund/power-plants/our-power-plants/wasserburg>
17. Kachlet power plant – Kraftwerk Kachlet // Second.wiki. – 2023. – URL: https://second.wiki/wiki/kraftwerk_kachlet
18. Bleilochtsperre // Second.wiki. – 2023. – URL: <https://second.wiki/wiki/bleilochtsperre>
19. Teufelsbruck Run-of-River Power Plant.
20. Kachlet power plant - Kraftwerk Kachlet.
21. Wasserburg Run-of-River Power Plant.
22. Markersbach Pumped Storage Power Plant // Wikipedia. – 2023. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Markersbach_Pumped_Storage_Power_Plant
23. Goldisthal hydroelectric plant.
24. Trausnitzalsperre // De.zxc.wiki. – 2023. – URL: <https://de.zxc.wiki/wiki/Trausnitzalsperre>
25. Hohenwarte II hydroelectric plant // Gem.wiki. – 2023. – URL: https://www.gem.wiki/Hohenwarte_II_hydroelectric_plant
26. Langenprozelten hydroelectric plant // Gem.wiki. – 2023. – URL: https://www.gem.wiki/Langenprozelten_hydroelectric_plant
27. Erzhausen hydroelectric plant // Gem.wiki. – 2023. – URL: https://www.gem.wiki/Erzhausen_hydroelectric_plant
28. Pumpspeicherkraftwerk Happurg // Wikipedia. – 2023. – URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Pumpspeicherkraftwerk_Happurg
29. Koepchenwerk hydroelectric plant // Gem.wiki. – 2023. – URL: https://www.gem.wiki/Koepchenwerk_hydroelectric_plant
30. Markersbach Pumped Storage Power Plant.
31. Goldisthal hydroelectric plant.
32. Geisling power plant // De.zxc.wiki. – 2023. – URL: https://de.zxc.wiki/wiki/Kraftwerk_Geisling

33. Trausnitzalsperre.
34. Технический Университет Мюнхена вводит в эксплуатацию уникальную гидроэлектростанцию // Econet. – 2023. – URL: <https://econet.ru/articles/tehnicheskij-universitet-myunhena-vvodit-v-ekspluatatsiyu-unikalnuyu-gidroelektrostantsiyu>
35. Технический Университет Мюнхена вводит в эксплуатацию уникальную гидроэлектростанцию.
36. Развитие гидроэнергетики и в целом возобновляемой энергетики в Европе // Zeleneet. – 2023. – URL: <http://zeleneet.com/razvitie-gidroenergetiki-i-v-celom-vozobnovlyaemoj-energetiki-v-evrope/5255/?ysclid=lofmcenys758182512>
37. Capacity of largest hydropower facilities in development in Germany as of July 2023 (in megawatts) // Statista. – 2024. – URL: <https://www.statista.com/statistics/1414618/germany-largest-hydro-plants-in-development/>
38. Носикова Т. В. Инновации в области гидроэлектростанций // Обществознание и социальная психология. – 2022. – № 1–2 (31). – С. 72–78.

Fedor A. Taskin,

Student, Department of International Relations, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russian Federation

taskinf@mail.ru

The condition of hydropower industry in Germany

Abstract. Hydropower industry is the most developed area of renewable energy production in Germany. German experience in the operation of hydroelectric power plants, the use of new technologies and standardization of processes can be useful to many countries around the world. The purpose of the study is to assess the condition of hydropower industry in Germany and the prospects for its development. In the course of the work, the regulatory framework for hydropower industry was studied, a number of performance indicators of hydroelectric power plants were analyzed, and prospects for improving hydropower facilities were considered. A conclusion has been formulated about the development of hydropower industry in Germany through the modernization of old and the construction of small and large mine hydroelectric power plants.

Key words: Germany, renewable energy sources, hydropower, hydroelectric power stations, power, production volume, energy consumers.

References

1. Spirichev, V. D., & Gromov, A. A. (2021). "Zakonodatel'noe regulirovanie elektroenergeticheskoy otrasli v Germanii", *Aktual'nye voprosy sovremennoj nauki i obrazovaniya: sbornik statej VIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Penza, 20 fevralya 2021 goda*, Nauka i Prosveshchenie (IP Gulyaev G. Yu.), Penza, pp. 68–70 (in Russian).
2. Mar'in, E. V. (2021). "Realizaciya Parizhskogo soglasheniya po klimatu na primere Germanii", *Voprosy ustojchivogo razvitiya obshchestva*, № 9, pp. 41–45 (in Russian).
3. Horol'skaya, M. V. (2022). "Klimaticheskaya politika FRG na sovremennom etape", *Nauchno-analiticheskij vestnik Instituta Evropy RAN*, № 4 (28), pp. 30–39. DOI: 10.15211/vestnikieran420223039 (in Russian).
4. Shuvalova, O. V., & Stoyanova, M. J. (2020). "Dostizheniya Danii i Germanii v oblasti perevoda svoih ekonomik s iskopaemyh na al'ternativnye istochniki energii", *Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Ekonomika*, t. 28, № 2, pp. 315–333. DOI: 10.22363/2313-2329-2020-28-2-315-333 (in Russian).
5. Loginova, D. A., & Nikolaeva, T. N. (2019). "Elektroenergetika i razvitie vozobnovlyaemyh istochnikov energii v Germanii", *Teoriya i praktika germanistov: sostoyanie i perspektivy: materialy VII Mezhdisciplin. nauchn.-prakt. konf.: sb. st. stud. i aspirantov, Moskva, 30 marta 2019 goda. Vyp. 69*, Vserossiyskaya akademiya vneshnej trgovli Ministerstva ekonomicheskogo razvitiya Rossijskoj Federacii, Moscow, pp. 82–91 (in Russian).
6. (2014). Amendment of the Renewable Energy Sources Act (EEG 2014), *International Energy Agency*. Available at: <https://www.iea.org/policies/5734-2014-amendment-of-the-renewable-energy-sources-act-eeeg-2014> (in English).
7. (2023). Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG 2023), *Bundesministerium der Justiz*. Available at: https://www.gesetze-im-internet.de/eeeg_2014/EEG_2023.pdf (in German).
8. Shklyaruk, M. S. (2018). "Vozobnovlyaemaya energetika: ekonomicheskie instrumenty podderzhki i ocenka ih normativno-pravovogo zakrepleniya", *Ezhгодnyj sbornik statej ENERPO*, № 1, pp. 93–146 (in Russian).
9. Obertajs, Yu. (2019). "Voda v XX stoletii: transformaciya landshafta i cheloveka v Sovetskom Soyuze, Germanii, Evrope i SSHA", *Vestnik Surgutskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*, 6 (63), pp. 39–51. DOI: 10.26105/SSPU.2019.63.5.005 (in Russian).
10. Tregubova, E. A., & Tregubov, A. I. (2022). "Intensivnost' ispol'zovaniya moshchnosti netradicionnyh vozobnovlyaemyh istochnikov energii v elektroenergetike: analiz zarubezhnogo i otechestvennogo opyta", *E-Management*, t. 5, № 3, pp. 15–25. DOI: 10.26425/2658-3445-2022-5-3-15-25 (in Russian).

11. (2023). "Goldisthal hydroelectric plant", *Gem.wiki*. Available at: https://www.gem.wiki/Goldisthal_hydroelectric_plant (in English).
12. (2023). "Walchensee Hydroelectric Power Station", *Wikipedia*. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Walchensee_Hydroelectric_Power_Station (in English).
13. (2023). "Gars Run-of-River Power Plant", *Verbund*. Available at: <https://www.verbund.com/en-at/about-verbund/power-plants/our-power-plants/gars> (in English).
14. (2023). "Hemfurth power station – Germany", *Globecountries*. Available at: <https://www.globecountries.com/power/hemfurth.html> (in English).
15. (2023). "Teufelsbruck Run-of-River Power Plant", *Verbund*. Available at: <https://www.verbund.com/en-at/about-verbund/power-plants/our-power-plants/teufelsbruck> (in English).
16. (2023). "Wasserburg Run-of-River Power Plant", *Verbund*. Available at: <https://www.verbund.com/en-at/about-verbund/power-plants/our-power-plants/wasserburg> (in English).
17. (2023). "Kachlet power plant - Kraftwerk Kachlet", *Second.wiki*. Available at: https://second.wiki/wiki/kraftwerk_kachlet (in English).
18. (2023). "Bleilochtsperre", *Second.wiki*. Available at: <https://second.wiki/wiki/bleilochtsperre> (in German).
19. Teufelsbruck Run-of-River Power Plant.
20. Kachlet power plant - Kraftwerk Kachlet.
21. Wasserburg Run-of-River Power Plant.
22. (2023). "Markersbach Pumped Storage Power Plant", *Wikipedia*. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Markersbach_Pumped_Storage_Power_Plant (in English).
23. Goldisthal hydroelectric plant.
24. (2023). "Tausnitzalsperre", *De.zxc.wiki*. Available at: <https://de.zxc.wiki/wiki/Tausnitzalsperre> (in German).
25. (2023). "Hohenwarte II hydroelectric plant", *Gem.wiki*. Available at: https://www.gem.wiki/Hohenwarte_II_hydroelectric_plant (in English).
26. (2023). "Langenprozelten hydroelectric plant", *Gem.wiki*. Available at: https://www.gem.wiki/Langenprozelten_hydroelectric_plant (in English).
27. (2023). "Erzhausen hydroelectric plant", *Gem.wiki*. Available at: https://www.gem.wiki/Erzhausen_hydroelectric_plant (in English).
28. (2023). "Pumpspeicherkraftwerk Happurg", *Wikipedia*. Available at: https://de.wikipedia.org/wiki/Pumpspeicherkraftwerk_Happurg (in English).
29. (2023). "Koepchenwerk hydroelectric plant", *Gem.wiki*. Available at: https://www.gem.wiki/Koepchenwerk_hydroelectric_plant (in English).
30. Markersbach Pumped Storage Power Plant.
31. Goldisthal hydroelectric plant.
32. (2023). "Geisling power plant", *De.zxc.wiki*. Available at: https://de.zxc.wiki/wiki/Kraftwerk_Geisling (in English).
33. Tausnitzalsperre.
34. (2023). "Tekhnicheskij Universitet Myunhena vvodit v ekspluatatsiyu unikal'nuyu gidroelektrostantsiyu", *Econet*. Available at: <https://econet.ru/articles/tehnicheskij-universitet-myunhena-vvodit-v-ekspluatatsiyu-unikalnuyu-gidroelektrostantsiyu> (in Russian).
35. Tekhnicheskij Universitet Myunhena vvodit v ekspluatatsiyu unikal'nuyu gidroelektrostantsiyu.
36. (2023). "Razvitie gidroenergetiki i v celom vozobnovlyаемoj energetiki v Evrope", *Zeleneet*. Available at: <http://zeleneet.com/razvitie-gidroenergetiki-i-v-celom-vozobnovlyаемoj-energetiki-v-evrope/5255/?ysclid=lofmcebnys758182512> (in Russian).
37. (2024). "Capacity of largest hydropower facilities in development in Germany as of July 2023 (in megawatts)", *Statista*. Available at: <https://www.statista.com/statistics/1414618/germany-largest-hydro-plants-indevelopment/> (in English).
38. Nosikova, T. V. (2022). "Innovacii v oblasti gidroelektrostantsij", *Obshchestvoznaniye i social'naya psichologiya*, № 1–2 (31), pp. 72–78 (in Russian).

Рекомендовано к публикации:

Утёмовым В. В., кандидатом педагогических наук;
Горевым П. М., кандидатом педагогических наук,
главным редактором журнала «Концепт»

Поступила в редакцию <i>Received</i>	09.04.24	Получена положительная рецензия <i>Received a positive review</i>	13.05.24
Принята к публикации <i>Accepted for publication</i>	13.05.24	Опубликована <i>Published</i>	30.06.24



www.e-koncept.ru

Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)
© Таскин Ф. А., 2024