

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА И РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Научная статья

УДК 504:75:05

DOI: 10.18384/2712-7621-2024-1-86-105

ЭНЕРГЕТИКА ВЕЛИКОБРИТАНИИ: ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ПОЛИТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ НА ПУТИ К НОРМАЛИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ

Булохов А. В.¹, Романова Э. П.²

¹ Институт Океанологии имени П. П. Ширшова Российской академии наук,
117997, г. Москва, Нахимовский проспект, д. 36, Российская Федерация;
E-mail: vincentrmsne@rambler.ru; ORCID: 0009-0006-9081-1908

² Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,
119234, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, Российская Федерация;
E-mail: rom_ep@rambler.ru

Поступила в редакцию 25.08.2023

После доработки 15.11.2024

Принята к публикации 26.01.2024

Аннотация

Цель. Выявить исторические предпосылки, сыгравшие ключевую роль в изменении процесса функционирования энергетической отрасли Великобритании.

Процедура и методы. Освещается проблематика энергетического перехода Великобритании от конвенциональных источников энергии к возобновляемым. В работе использованы методика исторического исследования и стандартный статистический метод – поэтапный анализ исторических документов и дальнейшая работа с современными базами статистических данных (официальные правительственные ресурсы¹, в частности, статистические релизы по определённым историческим периодам (*historical data sets*), ресурсы организаций, созданных для отслеживания объёмов выбросов (*EPER – The European Pollutant Emission Register*), качества атмосферного воздуха, благополучия и здоровья населения Великобритании (*Department for Environment, Food & Rural Affairs*).

Результаты. Детально рассмотрено развитие энергетической отрасли Великобритании за период с середины XIX в. по настоящее время. Были выделены ключевые события, после которых происходили наиболее важные изменения в функционировании всей отрасли

© СС ВУ Булохов А. В., Романова Э. П., 2024.

¹ Информационный веб-сайт государственного сектора Соединенного Королевства, созданный Правительственной цифровой службой для обеспечения единой точки доступа к правительственным услугам Её Величества: [сайт]. URL: gov.uk (дата обращения: 12.12.2023).

(внедрение новых технологий, переход на новые виды топлива и т. д.). Показано, что открытие углеводородных бассейнов Северного моря в 1960-х гг. не повлияло на изменение потребляемого топлива на ТЭЦ. Только приватизация теплоэнергетики, а в дальнейшем заметное повышение налогов на «грязные» виды топлива вынудили собственников перейти на более дешёвый природный газ и более простые в эксплуатации газовые электростанции, а также способствовали бурному развитию альтернативных источников энергии. Проанализированы основные экологические нормативы, вводимые парламентом, как инструмент борьбы с изменяющимся климатом. Освещены основные и наиболее важные события в области экологического законодательства страны, шедшие параллельно с индустриальным развитием. Представлен ряд причин возникновения кризисной ситуации 2021 г., события которого показали, что полностью уйти от традиционных энергетических установок пока не представляется возможным даже в такой развитой и подготовленной стране, как Великобритания.

Теоретическая и/или практическая значимость. Рассмотрено не только развитие отрасли, но и прослежена взаимосвязь её эволюции с направленной работой законодательных структур и организаций, определены принципы принятия важнейших для этой отрасли решений. В свою очередь, анализ этих решений и статистики по выработке электроэнергии и изменению структуры потребления топлива показывает, насколько продуктивны такие решения, как можно использовать этот важный опыт при схожих потенциальных изменениях энергетической структуры в России.

Ключевые слова: теплоэнергетика, каменный уголь, природный газ, теплоэлектростанция, экологическая политика, энергетический переход, альтернативная энергетика, возобновляемые источники энергии

Благодарности. Авторы выражают благодарность сотрудникам кафедры физической географии мира и геоэкологии географического факультета МГУ, в частности, Кондратьевой Татьяне Игоревне за помощь в написании статьи и советы по поиску нужной информации.

Original Research Article

UK ENERGY: POLITICAL AND ECONOMIC SOLUTIONS ON THE WAY TO NORMALIZATION THE ECOLOGICAL CONDITIONS

A. Bulokhov¹, E. Romanova²

¹ Shirshov Institute of Oceanology Russian Academy of Science,
Nakhimovsky prospekt 36, Moscow 117997, Russian Federation;
E-mail: vincentrmsne@rambler.ru; ORCID: 0009-0006-9081-1908

² Lomonosov Moscow State University,
Leninsky Gory 1, Moscow 119234, Russian Federation;
E-mail: rom_ep@rambler.ru

Received 25.08.2023

Revised 15.11.2024

Accepted 26.01.2024

Abstract

Aim. To analyze historical background and main events, which determines the way of functioning and evolution of the energy system of Great Britain.

Methodology. The paper covers the problems of energy transition of Great Britain from conventional to renewable energy sources, the main methodology can be defined as standard statistical approach and method of historical research. Mainly, the aim is to undertake step by step analysis of official historical and statistical data. Such official data can be downloaded from government resources, for example, historical data sets for certain period (gov.uk), from resources, providing statistics for pollutants (EPER – The European Pollutant Emission Register), or resources, providing statistics for levels of atmospheric pollution and human wellness (Department for Environment, Food & Rural Affairs).

Procedure and Methods. The time period of the historical development of thermal power industry in the UK – from the mid-19th century to the present was analyzed in details. The main events through industrial evolution, such as new technologies and types of fuel, which determines the way of functioning and evolution of the energy system of Great Britain, were highlighted. As shown in the article, the discovery of the hydrocarbon basins of the North Sea in 60s did not affect the change in fuel consumption in the field of thermal energy. Only the privatization of this sphere forced the owners to switch to cheaper natural gas and easier-to-operate gas power plants, and forces the rise of renewable energy. The main and most important events in the field of environmental legislation of the country, which went parallel with industrial development, and was targeted against climate change, are highlighted. It is shown that the UK can rightfully be a pioneer in the widespread use of the most environmentally friendly sources of electricity. It is shown that the current structure of fuel consumption, as well as the structure of electricity generation by fuel types, differs significantly even from the state of twenty years ago.

The article also gives a number of reasons for the crisis situation of 2021. The events of this year have shown that it is not yet possible to completely abandon traditional power plants, even in such a developed and prepared country as the United Kingdom.

Research implications. Not only the development of the energy sector is considered, but also the interrelation of its evolution with the directed work of law-making structures and organizations is traced, the principles of making important decisions for the sector are defined. Also, analysis of these important solutions and energy and fuel consumptions statistics shows, are these solutions reasonable, and if they can be useful and suitable in connection to similar evolution of energy system in Russia.

Keywords: thermal power industry, coal, natural gas, thermal power plant, environmental policy, energy crisis, renewable energy, alternative energy, renewable resources

Acknowledgments. Thanks to members of laboratory of Phisycal Geography of the World of Moscow State University – to Kondratyeva Tatyana Igorevna, for assistance in writing of this article and searching usefull information.

Введение

Высокие темпы развития антропогенной деятельности XIX–XX вв. привели к пониманию, что природная среда не сможет безвозмездно обеспечивать это развитие в дальнейшем и ухудшение качества её состояния напрямую скажется на человеке. В свете этих опасений во второй половине

XX в. было введено в обиход выражение «устойчивое развитие» (*sustainable development*), подразумевающее под собой развитие нынешнего поколения не во вред поколениям будущим. Курс устойчивого развития государств, в частности, раздел, посвящённый экологической безопасности и глобальному изменению климата, включает в

себя поиск наиболее эффективных решений, в т. ч. в области функционирования энергетической отрасли.

Высокая актуальность данной темы заключается в том, что энергетика, являясь ключевой стратегической отраслью многих развитых и развивающихся стран, по-прежнему является одним из ключевых поставщиков загрязняющих веществ в окружающую среду, усиливающих в т. ч. и парниковый эффект. Согласно ежегодным отчётам Европейского агентства по окружающей среде (*EEA Europe Environment Agency*) на долю электроэнергетики, преимущественно теплоэнергетики, в европейских странах приходится в среднем до 30–40% объёмов выбросов газообразных загрязнителей (в пересчёте на $\text{CO}_2\text{экв}$)¹. Переход от конвенциональных к возобновляемым источникам энергии, постепенное снижение доли ископаемых видов топлива в энергетике – это те условия, при которых возможно снизить антропогенное воздействие на окружающую среду, замедлить процесс изменения глобального климата.

В этом плане показателен пример Великобритании. К 2025 г. в рамках принятого парламентом курса по декарбонизации экономики (*Net zero strategy*) Великобритания планирует полностью отказаться от угольных электростанций. В 2017 г. здесь впервые в своей истории электроэнергия вырабатывалась за счёт других видов топлива в течение целого дня, а в мае 2019 г. – в течение целой недели. Для страны, в которой почти 120 лет уголь был практически основным видом то-

плива на электростанциях, это довольно уверенный и решительный шаг, к которому общество шло длительное время. Среди работников этой сферы даже ходило выражение «Уголь по проводам» (*Coal by wires*). К 2020 г. выработка электроэнергии за счёт каменного угля на электростанциях снизилась до 2–3%. На первый план вышли природный газ (39%), возобновляемые источники энергии (26%) и атомная энергетика (20%)².

Накопленный этой страной уникальный опыт в области перехода к возобновляемым источникам энергии, а также применение в энергетической отрасли более экологически чистых технологий и топлива, может быть полезно многим другим странам, в т. ч. и России, где на долю ТЭС в настоящее время приходится около 67% выработки электроэнергии³.

Теоретической базой работы послужили наработки ряда российских учёных. Е. А. Высторобец [2], И. Г. Ковалев [5], М. И. Кривогуз [6], В. К. Ломакин [7] и А. М. Сумин [10] обращают внимание, что актуальность изучения процесса успешной эволюции энергетической и экологической сфер Великобритании, как пример для остальных развивающихся стран, в настоящее время остаётся высокой, требующей детального рассмотрения.

¹ EEA greenhouse gases – data viewer, period: 1990–2020. URL: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer> [дата обращения: 09.02.2023].

² Ежегодный правительственный отчет, Digest of Energy Statistics, (DUKES) 2020 URL: <https://www.gov.uk/government/statistics/digest-of-uk-energy-statistics-dukes-2020> [дата обращения: 09.02.2023].

³ Основные характеристики российской электроэнергетики, Министерство Энергетики РФ (Main characteristics of the Russian electric power industry, Ministry of Energy of the Russian Federation), Табл. 3, 2020. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/532> [дата обращения: 09.02.2023].

В частности, ими предложена периодизация развития сферы энергетики в свете политических решений, даёт-ся характеристика каждого этапа. Авторами детально проанализировано изменение ресурсной базы ТЭК Великобритании на современном этапе. Проведён сравнительный анализ экологической политики ряда европейских стран, в т. ч. России и Великобритании, и указаны основные различия в подходах к формированию экологических законодательных актов.

Особенности развития электроэнергетической системы Великобритании

Заметное распространение по стране предприятий, производящих электроэнергию (т. н. *Powerhouses*), произошло во второй половине XIX в. Среди первых крупных электростанций можно выделить *Holborn Viaduct Power Station* (иногда называемая *Edison Electric Light Station*) построенная в Лондоне в 1882 г., или *Deptford Power Station* (1891 г.). Стоит отметить, что на тот момент ещё не существовало общего стандарта и потребителям предоставлялись на выбор либо постоянный ток, либо переменный¹.

Трёхфазная система электроснабжения, изобретённая в конце XIX в., сразу нашла своё широкое применение в Великобритании благодаря инженеру-электротехнику Ч. Мерцу. Взяв данную систему за основу, Мерц в 1901 г. создал электростанцию *Neptune Bank*

Power Station в г. Ньюкасл-на-Тайне и к 1912 г. вокруг этой станции образовал сеть электроснабжения, ставшую на тот момент одной из наиболее совершенных и обширных во всей Европе.

В 1925 г. Британское правительство обратилось к лорду Вейеру, промышленнику из Глазго, с просьбой решить проблему «фрагментарности» электрической системы всей страны или, по сути, необходимости создать единую систему. В 1926 г. был подготовлен «*Electricity Act 1926*», документ, содержащий рекомендации к созданию электрической сети для страны. Как итог этого документа, была создана «*Central Electricity Board*», которая начала формировать в Великобритании первую, единую и синхронизированную электрическую сеть переменного тока с частотой 50 Гц и напряжением 132 кВ. Из 438 разноплановых электростанций для этой сети осталось только 140 наиболее крупных (практически все они были угольными). Остальные были упразднены или перестроены в подстанции. В 1938 г. Британия стала обладательницей одной из наиболее развитых и завершённых на тот момент систем электроснабжения в Европе. Интересно, что этот процесс шёл параллельно с программой ГОЭЛРО в молодом Советском Союзе и инженеры обеих стран иногда тесно сотрудничали [1].

Следующим важным событием в сфере электроэнергетики Великобритании стал акт о национализации и централизованном управлении объектов сети электроснабжения «*Electricity Act 1947*». Согласно этому документу в стране были национализированы свыше 500 объектов электроэнергетики, после чего они были соотнесены по

¹ Guidance note «20th-Century Coal and Oil-Fired Electric Power Generation», Introductions to Heritage Assets, Jonathan Clarke, 2015. URL: <https://historicengland.org.uk/images-books/publications/iha-20thcentury-coal-oil-fired-electric-power-generation/> [дата обращения: 09.02.2023]

14 региональным отделениям (т. н. *Regional Electricity Board*) и подчинялись главному отделению.

Основная парадигма создания энергетических объектов наметилась на второй половине XX столетия – «*Доминанта промышленного ландшафта*» – ввод в строй особо мощных угольных теплоэлектростанций (рис. 1). К началу 1950-х гг. сформировалась стратегия, обуславливающая выбор мест под будущее строительство таких электростанций. В её основе было несколько главных факторов: возможность создавать энергетические установки мощностью 2000–3000 МВт, территориальная близость к угольным бассейнам для низкой стоимости транспортировки угля и передача электроэнергии на дальние расстояния. При этом потери в ходе передачи энергии будут мень-

ше, если поднимать напряжение самой сети. Поэтому к 1953 г. в стране начинает создаваться сеть под напряжение в 275 кВ, а в 1958 г. – под напряжение в 400 кВ, максимальное для сети Великобритании на сегодняшний день. Стоит отметить, что судоходные каналы и реки по-прежнему являлись важными транспортными артериями для подвоза угля, обуславливающими будущее место строительства электростанций, наряду с железными дорогами [15].

Именно в этот период в Великобритании проявились проблемы экологической сферы, в частности, такое явление, как сильные и неоднократные смоги. Каменный уголь часто содержит примеси серы, и при его сжигании высвобождается некоторое количество соединений диоксида серы. При сжигании на ТЭС миллионов тонн



Рис. 1 / Fig. 1. Электростанция Эгбороу / Eggborough power station

Источник: Geographical [Электронный ресурс]. URL: <https://geographical.co.uk/nature/energy/item/2203-exit-strategy> (дата обращения: 12.12.2023)

угля ежегодно в атмосферу поступал огромный объём SO_2 – сотни тысяч тонн. А на тот момент на теплоэлектростанциях страны ещё не устанавливались т. н. скрубберы – очистные установки в самих трубах, улавливающие соединения SO_x , (а также NO_x , твёрдые частицы $\text{PM}_{2.5}$ и PM_{10} и т. д.). Поступление в атмосферу SO_2 , вкупе с особенностями климата, способствовало появлению сильных смогов и, как следствие, вызывало у населения ряд респираторных заболеваний. Эти проблемы требовали решения.

Атомная эра для Великобритании (не как решение экологических проблем) стартовала в 1954 г. с момента подключения к сети атомного реактора *Calder Hall*, являвшегося частью оборонного предприятия. В 1966 г. в строй была введена первая полноценная британская атомная электростанция *Sizewell-A* в г. Саффолке, мощностью 580 МВт.

К довольно знаковому событию можно отнести усовершенствование одного из силовых агрегатов угольной станции *Hams Hall «C»* в 1967 г. с целью возможности работы на природном газе. К 1971 г. электростанция была полностью переоборудована для смешанной работы и на угле, и на газу. С 1979 г. на ряде других электростанций начинают использоваться газовые турбины. В дальнейшем именно такие газовые электростанции станут основными тепловыми электростанциями страны.

В 1989 г., согласно «*The Electricity Act 1989*», отрасль электроэнергетики была приватизирована и передана частным компаниям, а государственное регулирование её функционирования всё чаще производилось введением нало-

гов или льгот для тех или иных технологий. С этого момента наблюдается уже существенное изменение структуры потребления топлива на теплоэлектростанциях: в связи с появлением более универсальных и эффективных технологий при создании газовых ТЭС, более простой инфраструктурой при их обеспечении газом, угольные ТЭС стали активно выводиться из эксплуатации или подвергаться переоборудованию. Возросшая в конце XX в. значимость природоохранных организаций и всеобщая экологизация общества, наряду с чисто экономическими причинами, коренным образом повлияли на отношение к традиционным источникам энергии, в первую очередь, к каменному углю. Развитие технологий также позволяло перейти к практической реализации идей о «зелёной», альтернативной, энергетике [13].

Изменения в структуре потребления топлива для производства электроэнергии

Исторически сложилось, что для паровых машин, а в дальнейшем для паротурбинных силовых установок, вырабатывающих электричество, каменный уголь являлся единственным наиболее подходящим технологически видом топлива. К моменту ввода в строй первых электростанций угледобывающая промышленность Великобритании была в числе лидирующих [8]. Максимум добычи национально-го угля пришёлся на 1913 г. – 292 млн тонн¹. Таких же дешёвых и относитель-

¹ Historical coal data: coal production, availability and consumption 1853 to 2020, 2021. URL: <https://www.gov.uk/government/statistical-data-sets/historical-coal-data-coal-production-availability-and-consumption> [дата обращения: 09.02.2023].

но легко добываемых альтернатив для энергетики на тот момент не было.

Несмотря на то, что до 1950–1960-х гг. на теплоэлектростанциях использовался исключительно уголь, а практически на всём протяжении XX в.

наблюдался рост потребления угля для выработки электроэнергии, сама его добыча постепенно сокращалась (рис. 2). Ежегодное сокращение количества работников угольной промышленности, как и закрытие самих шахт,

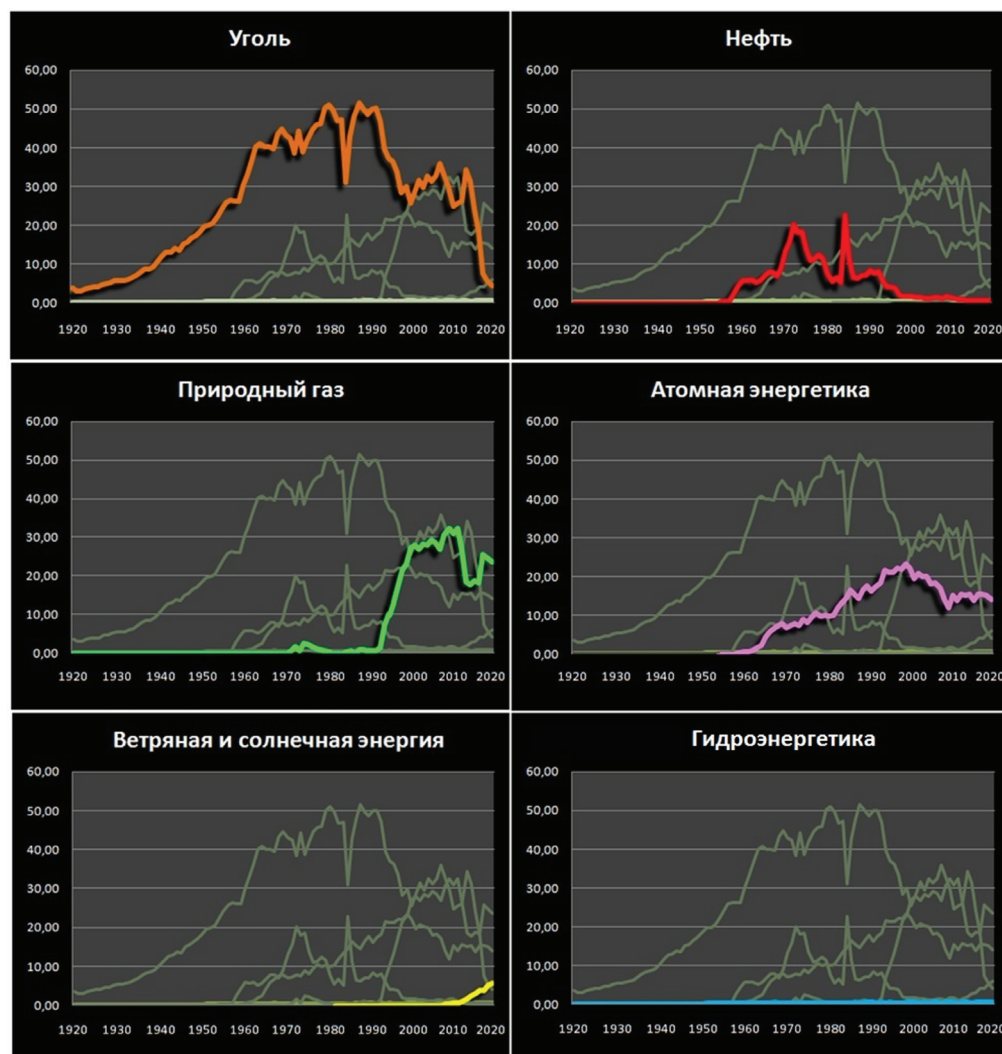


Рис. 2 / Fig. 2. Серия графиков, отражающая баланс использования основных видов топлива для выработки электроэнергии в 1920–2018 гг. (шкала дана в мегатоннах в нефтяном эквиваленте) / A series of graphs showing the balance of use of the main fuels for electricity generation in the period 1920–2018 (the scale is given in megatons in oil equivalent)

Источник: Historical electricity data, Digest of United Kingdom Energy Statistics [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gov.uk/government/statistical-data-sets/historical-electricity-data> (дата обращения: 12.12.2023)

приводившее к забастовкам в 1970-х гг., в основном носило экономический характер. В определённый момент любую угольную шахту из-за полной выработки ближайших пластов становилось нецелесообразно продолжать разрабатывать или усложнять её конструкцию. Со временем целесообразность функционирования всей отрасли стала вызывать вопросы. Лишь электроэнергетика, сталеплавильная отрасль и непосредственно отопление жилья по-прежнему напрямую зависели от угля. Начиная с 1970 г., Великобритания закупала уголь у других стран, что также сильно повлияло на собственную добычу. Окончательные решительные шаги против национальной добычи угля были сделаны в 1980-х гг. после неудачной забастовки рабочих 1984 г., в парламенте Великобритании поняли, что сопротивление Национального профсоюза горняков сдало свои позиции, и были закрыты 20 крупных шахт. Упразднение отрасли стало вопросом времени и, по сути, зависело от создания новых вакансий в других отраслях для населения, задействованного в процессе добычи угля. Последняя шахта *Kellingley Colliery* была закрыта в 2015 г. Тем самым в стране закончилась эра добычи угля закрытым способом [3].

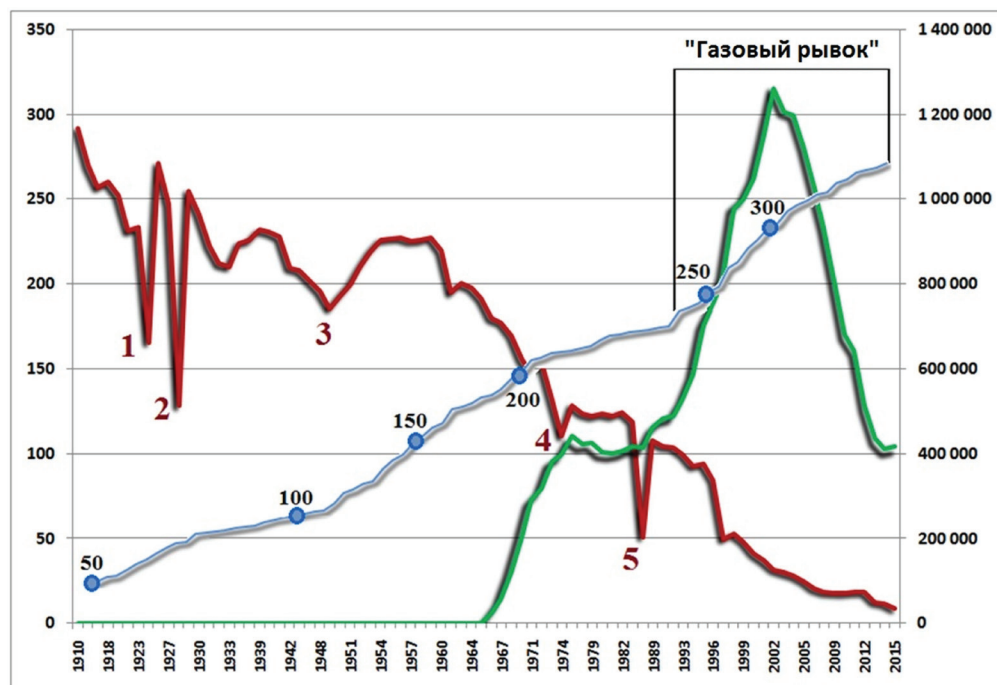
В это же время, в 1983 г., произошёл первый крупный спад выработки электричества на угольных станциях (рис. 3). Несмотря на некоторое количество импортного угля, забастовки шахтёров всё же привели к трудностям. Как видно из графиков на рисунке 2, вызванный забастовками спад был возмещён благодаря переходу ряда электростанций на нефть. Газовых электростанций на тот момент было

мало, а атомная энергетика, как правило, имеет очень стабильный уровень выработки электроэнергии, который не может быть резко увеличен. Вскоре потребление угля снова возросло до прежних значений, ещё почти на 10 лет. Тем не менее с середины 1990-х гг. в плане производства электроэнергии на угле начался резкий и уже бесповоротный спад. К 2020 г. в Великобритании осталось всего 4 активные угольные электростанции.

Добыча природного газа началась в 1967 г. в пределах южной части континентального шельфа Великобритании (газоносный бассейн *West Sole*). В первые же годы эксплуатации месторождения природный газ быстро вытеснил с внутреннего рынка импортный и коксовый газ (получаемый при коксовании каменного угля). Этот процесс начался с 1968 г., и к 1975 г. практически повсеместно в стране уже использовался природный газ с шельфа (но не на электростанциях) [11].

Очевидный успех в сфере разработки и добычи природного газа в пределах южного сектора Северного моря способствовал дальнейшей разведке залежей центрального и северного секторов. Здесь были открыты огромные нефтяные поля. Начиная с 1975 г., нефть и попутный газ начали поступать по трубопроводам на прибрежные терминалы Великобритании с центрального и северного секторов Северного моря. Таким образом, с конца 1970-х гг. до 2000 г. наблюдалось постоянное ежегодное увеличение объёма добываемого природного газа (достигнутый максимум – 115 млрд м³ в год)¹.

¹ Gas Production from the UK Continental Shelf: An Assessment of Resources, Economics and



Условные обозначения:

- Объёмы добычи каменного угля, млн т
- Объёмы добычи природного газа, млн м³
- Количество постоянно функционирующих теплоэлектростанций, ед.

Цифрами на красной линии показаны наиболее важные события, когда добыча угля приостанавливалась:

- 1,2 – забастовки рабочих 1920-х гг.;
- 3 – Вторая мировая война;
- 4 – энергетический кризис 1970-х гг.;
- 5 – забастовки профсоюзов угледобывающей отрасли

Рис. 3 / Fig. 3. Объёмы добычи каменного угля, природного газа и количество постоянно функционирующих теплоэлектростанций в Великобритании, 1910–2015 гг. / Volumes of production of hard coal, natural gas and the number of permanently functioning thermal power plants in the UK, 1910–2015

Источник: составлено авторами по Energy Technology [сайт].

URL: <https://aenert.com> (дата обращения: 09.02.2023)

Несмотря на огромные объёмы добываемого природного газа, на процессе производства электроэнергии это никак не отразилось. Лишь при-

Regulatory Reform, The Oxford Institute for Energy Studies, 2019 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2019/07/Gas-Production-from-the-UK-Continental-Shelf-NG-148.pdf> (дата обращения: 09.02.2023).

ватизация энергетических компаний к 1990 г. способствовала бурному росту газовых электростанций, т. н. «газовый рывок» или «Dash for gas» (рис. 3). За последнее десятилетие XX в. были построены 36 таких станций. В основном они строились по технологии CCGT (Combined cycle gas turbine), опробованной ещё в 1979 г. Такие теплоэлектро-

станции обладают большим КПД (до 50% против 35% у классических паровых турбинных установок).

Начало развития технологий по освоению и использованию альтернативных источников энергии относится к 1970 г., на что положительно повлиял также и мировой нефтяной кризис 1973–1974 гг.¹. Начиная с 1990 г., правительство Великобритании стало активно поддерживать инфраструктуру нетрадиционных возобновляемых источников энергии – ветро- и солнечные электростанции, а также производство биотоплива [4].

Первый британский наземный ветряной парк был введен в эксплуатацию в 1991 г. в Корнуоле (*Delabole wind farm*). Здесь было установлено 10 ветроэнергетических установок. Первый британский морской ветряной парк (по сути, экспериментальный, было установлено 2 ветроэнергетические установки) был введен в эксплуатацию в 2000 г. (*Blyth Offshore Wind Farm*). Но уже спустя несколько лет начинают создаваться проекты ветряных парков в разных районах акватории, в основном прилегающей к восточному побережью Великобритании. За 20 лет было введено в общей сложности 11 тысяч ветроэнергетических установок, наземных и морских, с общей установленной мощностью 13 и 10 ГВт соответственно, и их доля в общей структуре выработки электроэнергии составляет 10–15% (в зависимости от метеорологических условий конкретного года)².

¹ Renewable Energy in the UK: Past, Present and Future. 2019. David Elliott. The Open University, Milton Keynes, UK.

² Wind powered electricity in the UK, 2020 (Energy Trends: March 2020, special feature article - Wind powered electricity in the UK) [Элек-

История преобразования солнечной энергии в электрическую в Великобритании началась с 2006 г. На настоящий момент в стране насчитывается 1170 установок общей мощностью 8,7 ГВт (около 4–5% от общей мощности).

Современная структура выработки электроэнергии по типу топлива в 2020 г. представлена на рисунке 4.

Как видно из рисунка, лидерами по выработке энергии по типу топлива являются природный газ (35–40%), атомная энергия (20%), а также альтернативные и возобновляемые источники энергии (в сумме до 30%). Потребление угля и нефти снизилось на порядок, и составляет 3% и 1% соответственно.

Экологическая политика

Бурное развитие энергетической системы страны к середине XX столетия и, прежде всего, повсеместный ввод в строй мощнейших угольных электростанций напрямую влияли на состояние окружающей среды. Стало очевидным, что проблемы с загрязнением атмосферы в городах при таком развитии будут только обостряться, и постепенно появилось понимание о необходимости новых и эффективных регулирующих актах со стороны государства.

Стоит отметить, что совершенствование экологических норм и законов, тем более в последние несколько десятилетий, ведётся особенно активно. В связи с чем охватить все изданные парламентом Великобритании акты в

тронный ресурс]. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/875384/Wind_powered_electricity_in_the_UK.pdf (дата обращения: 09.02.2023).

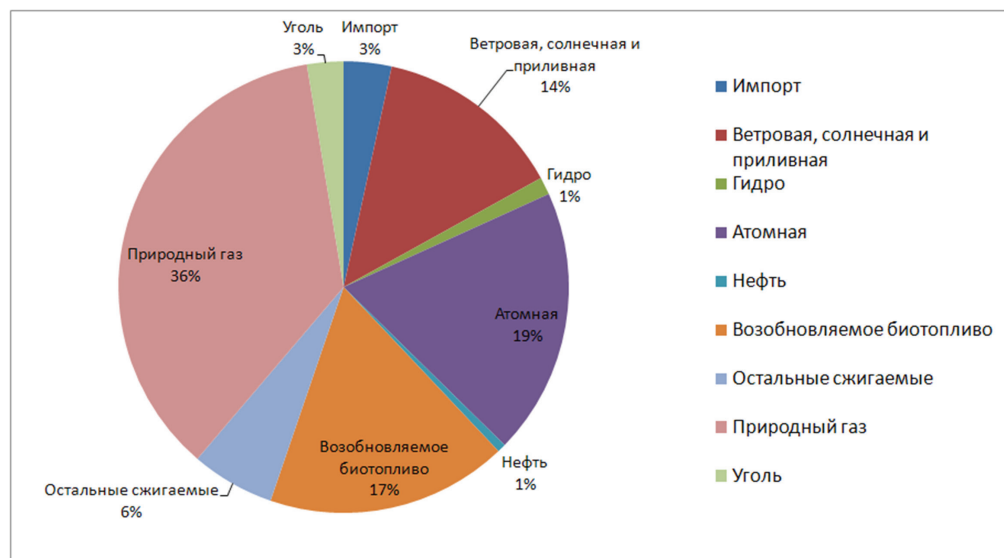


Рис. 4 / Fig. 4. Структура выработки электроэнергии в Великобритании по типу топлива в 2020 г. / Breakdown of electricity generation in the UK by fuel type in 2020

Источник: Ежегодный правительственный отчет Digest of Energy Statistics, (DUKES) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gov.uk/government/statistics/digest-of-uk-energy-statistics-dukes-2020> (дата обращения: 09.02.2023)

одной статье кажется невыполнимой задачей. Поэтому мы остановимся на наиболее значимых, повлёкших за собой существенные изменения в жизни энергетической отрасли и самого общества.

Вообще, такие акты и постановления известны в истории Англии ещё с XIV в. Они были направлены в большей степени на непосредственное благополучие жителей и не затрагивали «охрану» самой окружающей среды в современном понимании. К примеру, запрет на сжигание каменного угля в пределах населённых пунктов или замена угля на древесину как попытка снизить проблемы с респираторными заболеваниями. В 1853 г. был выпущен закон «О борьбе с вредными запахами» (*Smoke Nuisance Abatement (Metropolis) Act*). Он предусматривал возможность работать совместно ин-

спекторам «Королевской комиссии по ядовитым парам» и представителям полиции, чтобы контролировать деятельность предприятий с доменными печами и работу паровых судов в пределах крупных городов. В 1863 г. вышел так называемый «Щелочной закон» (*Alkali Act*), который обязан своему появлению народным искам и возмущениям, возникшим после повсеместного распространения предприятий, производящих щелочи и кислоты разных видов без каких-либо очистных сооружений. Согласно этому закону все предприятия обязаны были улавливать до 95% паров кислот, поступавших в городской воздух. Впоследствии, в начале 1880-х гг., этот закон дополнился требованиями к производству серной кислоты, удобрений и доменных печей на коксующемся

угле¹. Это был период, предшествующий теплоэнергетической эре.

Знаменитый «Лондонский смог» 1952 г. вызвал сильный резонанс, наконец, не только в английском обществе, но и в кругах экологических организаций по всему миру. Хотя именно этот смог был самым крупным и длительным за всю историю наблюдений и даже вызвал большое количество жертв среди людей с респираторными заболеваниями, но такое явление было не в новинку. Термин «*Peasouper*» (гороховый суп) появился ещё в XX в. – желтоватый или зеленоватый туман, вызванный определёнными, часто встречающимися погодными условиями и наличием в воздухе частиц сажи, диоксида серы. Однако смог 1952 г. предопределил появление спустя 4 года закона о «Чистом воздухе 1956 года» (*Clean air act 1956*). Данный закон предписывал населению и промышленникам ограничить использование каменного угля в черте крупных городов, а также наличие льгот при переходе на другие, более чистые виды топлива.

Данный закон не был разовой мерой – его переиздавали со значительными расширениями в 1968 г. и в 1993 г.

Начиная с 1950-х гг., особую актуальность в сфере загрязнения атмосферы Европы приобрела проблема *трансграничного переноса* газообразных загрязнений. Так, скандинавские страны (Норвегия, Швеция и Финляндия) обнаружили в своих озёрах усиленные процессы асидификации, что стало следствием выпадения здесь кислотных осадков, принесённых со

стороны Великобритании. В ФРГ появились проблемы с деградацией и отмиранием лесных насаждений. В дальнейшем, с 1970-х гг., эти страны приняли активное участие в организации международных экологических конференций. Так, в 1970-х гг. был основан «Клуб 30 процентов», клуб ряда стран-участниц, поставивших между собой задачи по сокращению выбросов SO_2 на 30% в период с 1980 по 1993 гг. Однако сама Великобритания не вступила в этот клуб.

В 1979 г. в Женеве заинтересованными странами Европы была подписана Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на дальние расстояния. Она вступила в силу в 1983 г. Согласно этой Конвенции к 1985 г. был подготовлен протокол (Хельсинский протокол), предписывающий сокращение выбросов диоксида серы SO_2 на 30% к 1993 г., и как следствие – сокращение объёмов, переносимых на дальние расстояния.

Общественность, уже осведомлённая об опасности экологических проблем, начала требовать от управляющих органов Европейского сообщества (предшественника Европейского Союза) решения возникшей ситуации. Так, к 1984 г. была подготовлена директива по сокращению выбросов от крупных тепловых предприятий LCPD (*Large Combustion Plant Directive 88/609/EEC*) [12]. Данная директива предписывала планы по снижению выбросов от стационарных объектов (теплоэлектростанций мощнее 50 МВт) диоксида серы SO_2 на 60% и снижению соединений NO_x на 40%.

Великобритания, в которой на тот момент на угольных станциях вырабатывалось не менее 80% электроэнер-

¹ The Royal Commission on Environmental Pollution, 2018 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.wired.com/2011/07/0718britain-royal-commission-air-pollution/> (дата обращения: 09.02.2023).

гии, отнеслась к данной директиве достаточно прохладно. Было очевидно, что, например, Франция, в которой большая часть электроэнергии производится на АЭС, приняла условия этой директивы с большим энтузиазмом. В Великобритании же, конечно, атомная энергетика также развивалась, однако меньшими темпами, постоянно сталкиваясь с рядом проблем. До 1970-х гг. выработка электроэнергии на АЭС практически отсутствовала, но уже в 2000-х гг. этот показатель приблизился к 25% от общей выработки по стране.

Таким образом, для Европы – и Великобритании в частности – 1970-е гг. стали некоей отправной точкой в формировании общей законодательной базы в сфере экологии.

В 2005 г. в пределах ЕС начинает функционировать Система торговли квотами на парниковые газы (EUETS – *European Union Emissions Trading Scheme*), в основе которой заложена схема «*Cap and trade*» («ограничение и торговля»). Определяется максимальный ежегодный объём выбросов, который распределяется между отраслями и предприятиями в пределах ЕС. В случае превышения каким-либо предприятием обозначенного допустимого объёма это предприятие может приобрести сертификаты – или кредиты – на дополнительные выбросы парниковых газов у предприятий, у которых, наоборот, объём выбросов оказался меньше допустимого¹.

¹ EU Emissions Trading System (EU ETS) [Электронный ресурс]. URL: https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en (дата обращения: 09.02.2023); The UK's Net Zero Strategy: The 11 Questions It Must Answer. Tim Lord. 2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://institute.global/policy/uks-net-zero-strategy-11-questions-it-must-answer>

Отличительной чертой современной внешней политики Великобритании является стремление показать остальному миру лидирующее положение в сфере экологии и борьбы с глобальными климатическими изменениями. Темпы декарбонизации экономики страны, особенно за последнее десятилетие, наиболее высокие в общемировом масштабе. О своих намерениях по сокращению выбросов представители комиссий заявляют на каждом международном экологическом саммите. Одной из важнейших стратегий в области экологической политики Великобритании в последнее время можно назвать «*Net-Zero Strategy*» – стратегия полного сокращения выбросов парниковых газов².

В 2008 г. парламент Великобритании абсолютным большинством (463 – «за» и 3 – «против») принял базовый «Закон об изменении климата» (*Climate Change Act 2008*). Согласно этому закону была поставлена цель провести «декарбонизацию» экономики – уменьшить выбросы парниковых газов на 50% к 2025 г. в сравнении с уровнями 1990 г., и на 80–100% – к 2050 г. (также в сравнении с 1990 г.) [14]. Сделать это планировалось преимущественно за счёт вытеснения угольных электростанций альтернативными источниками энергии.

Уникальность этого закона состоит в том, что, по сути, он заставил всю

(дата обращения: 09.02.2023).

² The UK's Net Zero Strategy: The 11 Questions It Must Answer. Tim Lord. 2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://institute.global/policy/uks-net-zero-strategy-11-questions-it-must-answer> (дата обращения: 09.02.2023); UK net zero target, Marcus Shephard, 2020 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.instituteforgovernment.org.uk/explainers/net-zero-target> (дата обращения: 09.02.2023).

экономику страны работать на декарбонизацию. Естественно, это повлекло за собой трудности, которые местами ударили по кошельку обычных граждан, но со временем самый дешёвый киловатт электроэнергии стал производиться именно от альтернативных источников энергии. Здесь есть и минусы – это не самые стабильные погодные условия, что не позволит полностью перевести Великобританию на альтернативные источники энергии (кризис 2021 г. отчасти доказал это).

Одним из важнейших итогов принятия этого закона стало формирование «Углеродного бюджета» (*Carbonbudgets*). В частности, на каждые последующие 5 лет с момента принятия закона был рассчитан максимально возможный объём CO₂-эквивалента, выбрасываемого предприятиями Великобритании в атмосферу (табл. 1).

В 2021 г. Великобритания приняла участие в 26-й конференции Объединённых Наций по изменению климата «COP-26» в г. Глазго. Это была очередная конференция рамочной Конвенции ООН по изменению климата (РКИК), осуществляющей деятельность с 1992 г. Знаменитый

Киотский протокол стал первым итогом работ этой конвенции. Непосредственно на COP-26 премьер-министр Великобритании Б. Джонсон озвучил достижения страны за период существования РКИК в области экологической политики, а также продуктивного экономического роста в симбиозе с существенным перераспределением бюджета в сторону развития зелёных технологий. В частности, основными тезисами доклада были:

- декарбонизация экономики Великобритании идёт наибольшими темпами среди остальных стран;
- включение в законодательную базу механизмов для достижения программы Net Zero к 2050 г. стало реальностью;
- Великобритания является одним из лидеров в области ветроэнергетики;
- прямая государственная поддержка разработок месторождений ископаемых видов топлива будет прекращена;
- Великобритания удвоит международную финансовую помощь в области климатической политики и технологий развивающимся нациям на 5 лет с 2025 г.;

Таблица 1 / Table 1

Периоды, расчётные и достигнутые объёмы выбросов в атмосферу CO₂-эквивалента / Periods, estimated and achieved volumes of CO2 equivalent)

Период	Углеродный бюджет	Сокращение по сравнению с уровнями 1990 г.
2008–2012	3,018 МтCO ₂ e	25%
2013–2017	2,782 МтCO ₂ e	31%
2018–2022	2,544 МтCO ₂ e	37% к 2020
2023–2027	1,950 МтCO ₂ e	51% к 2025
2028–2032	1,725 МтCO ₂ e	57% к 2030

Источник: Climate Change Act 2008 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2008/27/contents> (дата обращения: 09.02.2023)

– продажа и производство новых бензиновых и дизельных автомобилей будут прекращены;

– планируется увеличить территории под посадки лесонасаждений до 30 тыс. га в год с 2025 г.;

– планируется увеличить количество рабочих мест в «низкокабронных» секторах до 460 тыс. к 2025 г., а более амбициозные планы – 2 млн в 2030 г.¹

Энергетический кризис

Осенью 2021 г. новостные порталы особенно пристально освещали ситуацию Великобритании: страна оказалась на пороге энергетического кризиса. Повышение стоимости электроэнергии по сравнению с предыдущим 2020 г. в среднем по стране достигало 250%. Ряд небольших компаний, осуществляющих поставку энергии потребителям, обанкротились и закрылись, автоматически передав свои задачи и проблемы более крупным компаниям.

Характер причин, способствовавших возникновению такой ситуации, частично природный и независимый от государства, частично экономический.

Во-первых, это отложенные последствия многократных локдаунов в связи с пандемией COVID-19. Спустя год мировые правительства начали восстанавливать экономику, что вызвало перераспределение запросов и, соответственно, поставок природного газа. Активизировался рынок стран-

поставщиков газа Ближнего Востока с Китаем, тем самым создав дефицит газа для Европы. Также сократились поставки газа со стороны Российской Федерации².

Структура импорта природного сжиженного газа Великобритании: Катар – 48%, США – 27%, РФ – 12%, Тринидад и Тобаго – 6%, остальные – 7%³.

Во-вторых, период, предшествующий кризису, был антирекордным с точки зрения силы ветра, необходимой для ветряков⁴. Несколько недель этот сектор вырабатывал лишь 5% электроэнергии от общего количества, вместо среднестатистических 20%. Естественно, эти 15% необходимо было возместить другими видами топлива, прежде всего, природным газом.

В-третьих, один из силовых кабелей, соединяющих Великобританию и Францию, вышел из строя (пожар), и импорт электроэнергии прекратился до марта 2022 г.⁵

Зима 2020–2021 гг. на территории Британских островов также выдалась

² What caused the UK's energy crisis? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.theguardian.com/business/2021/sep/21/what-caused-the-uks-energy-crisis> (дата обращения: 09.02.2023).

³ Ежегодный правительственный отчет Digest of Energy Statistics, (DUKES) 2020 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gov.uk/government/statistics/digest-of-uk-energy-statistics-dukes-2020> (дата обращения: 09.02.2023).

⁴ What caused the UK's energy crisis? 2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.theguardian.com/business/2021/sep/21/what-caused-the-uks-energy-crisis> (дата обращения: 09.02.2023).

⁵ Fire shuts one of UK's most important power cables in midst of supply crunch, 2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.theguardian.com/business/2021/sep/15/fire-shuts-one-of-uk-most-important-power-cables-in-midst-of-supply-crunch> (дата обращения: 09.02.2023).

¹ PM: Glasgow Climate Pact keeps critical 1.5C global warming goal alive [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gov.uk/government/news/pm-glasgow-climate-pact-keeps-critical-15c-global-warming-goal-alive> (дата обращения: 09.02.2023).

довольно холодной, что выразилось в повышенном истощении собственных запасов сжиженного газа на хранилищах страны.

Стоит добавить, что события 2022 г., когда произошёл частичный разрыв рыночных отношений между Великобританией (как и Европой в целом) и Россией, повлекли за собой не меньшие последствия, нежели энергетический кризис. В поиске новых торговых партнёров в Великобритании ожидается изменение структуры потребляемого топлива для выработки электроэнергии [9].

Заключение

Анализ исторического развития энергетической отрасли и решений, принятых парламентом Великобритании в области экологической политики, позволяет определить, какие предпосылки лежали в основе необходимости пересмотра функционирования энергетики страны.

Установлено, что довольно протяжённое время, почти весь XX в., в энергетической отрасли Великобритании не происходило кардинальных изменений ни в технологическом смысле, ни с точки зрения потребляемого топлива. С момента ввода в эксплуатацию первых теплоэлектростанций структура потребления топлива оставалась неизменной – первую и основную позицию занимал каменный уголь (90–100%). Даже разработка нефтегазовых бассейнов Северного моря в 1960–1970-х гг. не оказала существенного влияния на эту структуру.

Только приватизация энергетической отрасли и последующее усиленное использование технологии CCGT в 90-х гг. XX в. способствовало переходу на природный газ (в т. ч. импортный).

Участившиеся явные экологические проблемы, которые притягивали внимание общественности и предавались огласке СМИ во второй половине XX в., способствовали актуализации вопроса влияния энергетики на окружающую среду. В связи с чем существенно усилилась роль природоохранных организаций. Вопросы безопасности окружающей среды стали подниматься на уровне парламентских слушаний, а в законодательство для регулирования деятельности предприятий энергетики стали активно вноситься поправки и дополнения.

В сфере природоохранной политики на начальных этапах Великобритании шла несколько обособленным путём, что выражалось как в частичных принятиях соглашений международных конференций, так и в частичных отказах их ратифицировать. На современном этапе уже на законодательном уровне разработана система налогов для «грязных», старых, энергетических установок и льгот для развития альтернативных источников энергии. Более того, планируется окончательное прекращение государственной поддержки при добыче ископаемых видов топлива. Ближайшие задачи, которые ставит перед собой Британский парламент – добиться нулевых выбросов CO₂. Реализация этой задачи кажется вполне возможной – уровни выбросов CO₂ уже снижены на 50% по сравнению с 1990-м г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буранок С. О. План ГОЭЛРО в оценке прессы США и Великобритании 1920–1929 годов // Самарский научный вестник. 2018. Т. 7. № 1. С. 171–179.
2. Высторобец Е. А. Экологическое законодательство РФ, Великобритании, Канады и Нидерландов (сравнительно-правовой анализ): дис. ... канд. юрид. наук. М., 2003. 263 с.
3. Жигалин Т. А. Анализ политики консервативного правительства Маргарет Тетчер (1979–1990) (на основе англоязычных материалов) // Вестник научного общества студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. № 2. С. 58–72.
4. Козеняшева М. М., Голованова А. Е. Производство и потребление возобновляемых источников энергии стран ЕС (на примере Великобритании, Германии и Швеции) // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2018 Т. 8. № 10А. С. 413–424.
5. Ковалев И. Г. Экономика и современное государственно-политическое устройство Великобритании. М.: Перо, 2011. 586 с.
6. Кривогуз М. И. Энергетика и экономический рост в промышленно развитых странах (на примере Великобритании): дис. ... канд. экон. наук. М., 2003. 187 с.
7. Ломакин В. К. Британия в мировой экономике. М.: Юнити-Дана, 2010. 407 с.
8. Матвеев А. К. Угольные бассейны и месторождения зарубежных стран. М.: Изд-во МГУ, 1979. 311 с.
9. Охошин О. В. Стратегия энергетической безопасности Великобритании // Научно-аналитический вестник ИЕ РАН. 2022. № 6. С. 97–105.
10. Сумин А. М. Энергетика как определяющий фактор энергетической политики и энергетической безопасности Великобритании // Актуальные проблемы нефти и газа. 2019. Вып. 3. С. 1–32.
11. Webber C. The Evolution of the Gas Industry in the UK, the International Gas Union's Gas Market Integration Task Force, 2010 [Электронный ресурс]. URL: <http://members.igu.org/old/gas-knowhow/publications/igu-publications/mag/april10/pages%20198-220.pdf> (дата обращения: 03.04.2024).
12. Ramus A. C. The Large Combustion Plant Directive: An Analysis of European Environmental Policy. Oxford Institute for Energy Studies, 1991. 34 p.
13. Elliott D. Renewable Energy in the UK: Past, Present and Future (Energy, Climate and the Environment). Palgrave Macmillan, 2019. 322 p.
14. Baker F. Is the United Kingdom's hydrogen strategy an effective low carbon strategy? // International Journal of Energy Production and Management. 2022. Vol. 7. № 2. P. 164–175.
15. Clarke J. 20th Century Coal and Oil-Fired Electric Power Generation, Introductions to Heritage Assets, published by Historic England, 2015. [Электронный ресурс]. URL: <https://historicengland.org.uk/images-books/publications/iha-20thcentury-coal-oil-fired-electric-power-generation/heag056-electric-power-generation-iha> (дата обращения: 03.04.2024).

REFERENCES

1. Buranok S. O. [GOELRO Plan in the assessment of the press of the USA and Great Britain 1920–1929]. In: *Samarskiy nauchnyy vestnik* [Samara Scientific Bulletin], 2018, vol. 7, no. 1, pp. 171–179.
2. Vystorobets E. A. *Ekologicheskoye zakonodatelstvo RF, Velikobritanii, Kanady i Niderlandov (sravnitel'no-pravovoy analiz): dis. ... kand. yurid. nauk* [Environmental legislation of the Russian Federation, Great Britain, Canada and the Netherlands (comparative legal analysis): dis. ... cand. legal Sci.]. Moscow, 2003. 263 p.
3. Zhigalin T. A. Analysis of the policy of the Conservative government of Margaret Thatcher (1979–1990) (based on English-language materials). In: *Vestnik nauchnogo obshchestva stu-*

- dentov, aspirantov i molodykh uchenykh [Bulletin of the scientific society of students, graduate students and young scientists], 2019, no. 2, pp. 58–72.
4. Kozenyasheva M. M., Golovanova A. E. [Production and consumption of renewable energy sources in EU countries (on the example of Great Britain, Germany and Sweden)]. In: *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: yesterday, today, tomorrow], 2018, vol. 8, no. 10A, pp. 413–424.
 5. Kovalev I. G. *Ekonomika i sovremennoye gosudarstvenno-politicheskoye ustroystvo Velikobritanii* [Economics and modern state-political structure of Great Britain]. Moscow, Pero Publ., 2011. 586 p.
 6. Krivoguz M. I. *Energetika i ekonomicheskiy rost v promyshlennom razvitii SSHA (na primere Velikobritanii): dis. ... kand. ekon. nauk* [Energy and economic growth in industrialized countries (using the example of Great Britain): Dr. Sci. thesis in Economical sciences.] Moscow, 2003. 187 p.
 7. Lomakin V. K. *Britaniya v mirovoy ekonomike* [Britain in the world economy]. Moscow, Unity-Dana Publ., 2010. 407 p.
 8. Matveev A. K. *Ugolnyye basseyny i mestorozhdeniya zarubezhnykh stran* [Coal basins and deposits of foreign countries]. Moscow, Izd-vo MGU Publ., 1979. 311 p.
 9. Okhoshin O. V. [Energy security strategy of Great Britain]. In: *Nauchno-analiticheskiy vestnik IYe RAN* [Scientific-analytical bulletin of the Institute of Energy of the Russian Academy of Sciences], 2022, no. 6, pp. 97–105.
 10. Sumin A. M. [Energy as a determining factor in energy policy and energy security of Great Britain]. In: *Aktualnyye problemy nefti i gaza* [Current problems of oil and gas], 2019, vol. 3, pp. 1–32.
 11. Webber C. *The Evolution of the Gas Industry in the UK, the International Gas Union's Gas Market Integration Task Force, 2010*. Abstract at: <http://members.igu.org/old/gas-knowhow/publications/igu-publications/mag/april10/pages%20198-220.pdf> (accessed: 03.04.2024).
 12. Ramus A. C. *The Large Combustion Plant Directive: An Analysis of European Environmental Policy*. Oxford Institute for Energy Studies, 1991. 34 p.
 13. Elliott D. *Renewable Energy in the UK: Past, Present and Future (Energy, Climate and the Environment)*. Palgrave Macmillan, 2019. 322 p.
 14. Baker F. Is the United Kingdom's hydrogen strategy an effective low carbon strategy? In: *International Journal of Energy Production and Management*, 2022, vol. 7, no 2, pp. 164–175.
 15. Clarke J. *20th Century Coal and Oil-Fired Electric Power Generation, Introductions to Heritage Assets, published by Historic England, 2015*. Abstract at: <https://historicengland.org.uk/images-books/publications/iha-20thcentury-coal-oil-fired-electric-power-generation/heag056-electric-power-generation-iha> (accessed: 03.04.2024).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Булохов Антон Васильевич – научный сотрудник лаборатории физико-геологических исследований им. А. П. Лисицына Института океанологии имени П. П. Ширшова Российской академии наук;
e-mail: vincentrmsne@rambler.ru

Романова Эмма Петровна – доктор географических наук, профессор кафедры физической географии мира и геоэкологии географического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова;
e-mail: rom_ep@rambler.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Anton V. Bulokhov – Junior Scientist, Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Science;

e-mail: vincentrmsne@rambler.ru

Emma P. Romanova – Dr. Sci. (Geography), Prof., Department of Physical Geography of the World and Geocology, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University;

e-mail: rom_ep@rambler.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Булохов А. В., Романова Э. П. Энергетика Великобритании: экономические и политические решения на пути к нормализации экологической обстановки // Географическая среда и живые системы. 2024. № 1. С. 86–105.

DOI: 10.18384/2712-7621-2024-1-86-105

FOR CITATION

Bulokhov A. V., Romanova E. P. UK energy: political and economic solutions on the way to normalization the ecological conditions. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2024, no. 1, pp. 86–105.

DOI: 10.18384/2712-7621-2024-1-86-105