

61. ЭВОЛЮЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕКТОРА МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Супринович А.Ю., студент гр.173902

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники¹
г. Минск, Республика Беларусь*

Жилинская Н.Н. – канд. экон. наук

Аннотация. Описана эволюция энергетического сектора мирового хозяйства, представлены основные причины роста энергопотребления. Анализируется структура мирового потребления электроэнергии в условиях цифровизации экономики. Определен наиболее эффективный источник получения электроэнергии в текущих условиях.

Ключевые слова. Энергетический сектор, потребление энергии, промышленная революция, структура производства электроэнергии, цифровизация.

Основой развития национальной экономики страны является энергетика. Она обеспечивает бесперебойную работу промышленной и сельскохозяйственной отраслей, транспорта и коммунальных средств.

Энергетика относится к одним из наиболее значимых факторов не только стабильности страны, но также и ее экономического развития и роста. Одной из ключевых ролей энергетических ресурсов является обеспечение энергетической и экономической безопасности страны. Сырьевая и энергетическая безопасность характеризуют экономическую устойчивость и политическую независимость государства, его способность обеспечивать первичные потребности населения.

Динамика мирового потребления энергии тесно связана с промышленными революциями, сопровождающимися резкими скачками производительности труда и ростом экономики в целом.

До начала XX века рост энергопотребления характеризовался невысокими темпами. На данный период приходится первая и вторая промышленные революции. Первая промышленная революция или «Индустрия 1.0» основывалась на инновациях в текстильной промышленности и изобретении парового двигателя. Результатом стали переход от аграрной экономики к промышленному производству, а также активное развитие металлургии. К 1800 г. мировое энергопотребление составило 5700 ТВт · ч [1]. В конце XIX – начале XX вв. произошли значительные изменения в научно-технической базе производства. Пар был вытеснен электричеством, начались процессы электрификации производства, транспорта и быта, были изобретены первые двигатели внутреннего сгорания [2]. «Индустрия 2.0» привела к возникновению новых отраслей промышленности: электроэнергетике, химической, нефтяной и нефтехимической отраслям, автомобилестроению и производству стали. Потребление энергии к 1900 г. возросло приблизительно вдвое, до 12 тыс. ТВт · ч в год [1].

В XX в. мировое энергопотребление характеризуется ускоренными темпами роста, что непосредственно связано с ростом численности населения. До XIX – начала XX вв. оно также росло относительно медленно. В начале XIX в. численность населения составляла около 1000 млн. человек, к XX в. данный показатель увеличился до 1600 млн. человек [1]. Уже к 1950 г. мировое потребление энергии составляло 28000 ТВт · ч, а численность населения, согласно данным ООН, достигла 2536 млрд человек [1]. В 1965 г. энергопотребление увеличилось до 43000 ТВт · ч, а темп прироста по сравнению с 1950 г. составил 53,57%. До 1970 г. рост мирового потребления энергии и численности населения связаны прямой зависимостью [1]. 1970 г. считается началом третьей промышленной революции, основным содержанием которой стали процессы автоматизации и роботизации производства. Начиная с данного периода темпы роста как энергопотребления, так и численности населения снизились. К 2000 г. мировое потребление энергии составляло 108000 ТВт · ч в среднем за год, а численность населения увеличилась до 6143 млн. человек [1].

Третья и четвертая промышленные революции оказали значительное влияние на мировое потребление электроэнергии. «Индустрия 4.0» – это эпоха инноваций, которая предполагает переход на полностью автоматизированное цифровое производство. Новый тип промышленного производства основывается на использовании таких технологий, как большие данные, автоматизация, блокчейн, интернет вещей, майнинг, искусственный интеллект, нейросети. Цифровизация мирового хозяйства обуславливает рост доли электроэнергии в общем энергобалансе [3]. В период с 1980 по 2021 гг. потребление электроэнергии характеризуется стабильными темпами роста, показатель увеличился более чем в три раза (с 7323 до 25300 ТВт · ч за год) [4].

Период с 2000 по 2021 гг. также характеризуется изменениями в структуре производства электроэнергии. Современные тенденции, связанные непосредственно с экологическим аспектом, а также стремление развитых стран к независимости от энергоресурсов привели к активному развитию возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и увеличению их доли в общем производстве электроэнергии. Так, если в 2000 г. было выработано 1,08 ТВт · ч солнечной и 31,16 ТВт · ч ветровой энергии, то к 2021 г. данные показатели увеличились до 1021,22 и 1848,26 ТВт · ч, соответственно [5].

Мировое производство электроэнергии осуществляется на ТЭС, ГЭС, АЭС, а также на электростанциях, работающих на возобновляемых (альтернативных) источниках энергии – энергии ветра, солнца, приливов и геотермальной энергии [6].

На данный момент крупнейшим источником производства электроэнергии в мире остается ископаемое топливо, за счет которого суммарно вырабатывается более 60% всего электричества. По данным 2021 г. на долю ТЭС, работающих на угле, пришлось 36,5%, на ТЭС, использующих природный газ в качестве основного сырья 22,2%, мазут – 3,1% [7]. Несмотря на преобладающую роль тепловых электростанций в структуре производства электроэнергии, их доля постепенно снижается. По предварительным исследованиям прогнозируется, что объемы производства электроэнергии увеличатся почти на 70% и к 2050 г. достигнут примерно 42 тыс. ТВт · ч, при этом доля традиционных источников будет постепенно сокращаться [8]. В частности, стабилизируется выработка электроэнергии из угля. Данная тенденция связана со стремлением развитых государств повысить независимость от невозобновляемых источников энергии, а также с недостатками ТЭС. Для ТЭС характерно высокое радиационное и токсичное загрязнение окружающей среды. Их строительство изменяет рельеф местности, нарушает почвенный слой, растительный покров и режим грунтовых вод, а также требует значительных материальных затрат при КПД, достигающем не более 36 – 39% [6].

На долю гидроэлектростанций в структуре мирового производства электроэнергии приходится 15,3% [7]. Несмотря на то, что гидроэнергетика считается крупнейшим источником возобновляемой энергии по мощности и выработке, к 2050 г. ожидается незначительный ее рост в общем производстве электроэнергии. Основными преимуществами ГЭС являются относительно низкая себестоимость и быстрая окупаемость [9]. Для получения электроэнергии гидроэлектростанции не используют органическое топливо и, соответственно, их работа не сопровождается выделением токсичных веществ в атмосферу, усиливающих парниковый эффект. Кроме того, гидроэлектростанции характеризуются высоким КПД (90 – 94%) и маневренностью. Однако, несмотря на основные достоинства ГЭС, существует ряд недостатков, которые препятствуют их развитию. Во-первых, с помощью ГЭС (как основного источника получения электроэнергии) возможно обеспечить не более 20% современных потребностей человечества [9]. Более того, строительство гидроэлектростанций вызывает изменения климата, нарушает функционирование экосистем, приводит к ухудшению качества воды и к затоплению плодородных земель.

Третье место в структуре производства электроэнергии занимают атомные электростанции, в 2021 г. доля произведенной на них энергии составила 9,9% [7]. Это эквивалентно 2653 ТВт · ч, прирост составил около 4% по сравнению с 2020 годом [10]. В 2011 г. ввиду ядерной катастрофы на Фукусиме в Японии многие развитые страны, такие как Германия и Швейцария, поставили целью поэтапно отказаться от использования атомной энергии, что привело к резкому снижению объемов ее производства в 2012 году [10]. Однако, с 2013 по 2021 гг. производство электроэнергии на АЭС непрерывно росло и по предварительным данным прогнозируется сохранение такой тенденции вплоть до 2050 года. Это обусловлено, в частности, реализацией странами Парижского соглашения, задача которого – минимизация выбросов токсичных веществ в атмосферу [10]. На данный момент наиболее развитые государства, в особенности страны ЕС, США, Китай и Япония, принимают различные стратегии для достижения углеродной нейтральности к 2030 – 2060 гг. Несмотря на существующие риски ядерных катастроф, опасность радиоактивных отходов полностью осознается специалистами, и атомная энергетика остается достаточно перспективной с точки зрения достижения климатических целей и производства сравнительно дешевой электроэнергии. Помимо этого, одним из основных преимуществ ядерной энергетики является огромная энергоемкость используемого топлива. Один килограмм урана, используемого в ядерном топливе, при полном

выгорании выделяет энергию, эквивалентную сжиганию приблизительно 100 т высококачественного каменного угля или 60 т нефти [11]. Более того, цифровизация производства, являющаяся следствием 4-й промышленной революции, в значительной степени повлияла на снижение риска ядерных катастроф за счет стремительного внедрения робототехники на АЭС [12]. К достоинствам атомной энергетики также относится возможность повторного использования топлива: расщепляющийся материал (уран-235) выгорает в ядерном топливе не полностью и может быть использован снова [12]. Кроме этого, на данный момент в развитых странах активно решается проблема утилизации ядерных отходов. Это связано с перспективой перехода к так называемому ядерному топливному циклу (ЗЯТЦ), за счет чего количество радиоактивных отходов будет постоянно стремиться к нулю [13]. Замыкание ядерного топливного цикла также позволит повысить КПД атомных электростанций с 33 – 35% до 45%.

Возобновляемыми источниками энергии суммарно было произведено 13,1% всей электроэнергии в 2021 году [7]. Несмотря на преобладание традиционных источников в структуре мирового производства электроэнергии, доля ВИЭ в последние годы постоянно росла, благодаря активизации усилий государств по борьбе с глобальным потеплением, а также их стремлению к достижению энергонезависимости. Подавляющую часть новых мощностей ВИЭ составляют солнечные и ветровые электростанции. Суммарно на их долю приходится почти 90% прироста возобновляемых источников энергии. Активное развитие альтернативных источников энергии обусловлено их основными достоинствами. К ним относятся в первую очередь возобновляемость ресурсов. Этот критерий является наиболее значимым, поскольку человеческие потребности безграничны, всемирная цифровизация и информатизация, обусловленные «Индустрией 4.0», приводят к постоянному росту спроса на электроэнергию. Возобновляемость используемых ресурсов гарантирует стабильное производство энергии в ближайшее время. Более того, это позволит увеличить энергетическую независимость стран, не обладающих запасами традиционного сырья. Также необходимо отметить, что внедрение ВИЭ предполагает использование преимущественно местных энергоресурсов (солнце, ветер и др.), что обеспечивает приближение объектов генерации к объектам потребления. Это позволяет сократить на 15 – 20% потери энергии, связанные с ее транспортировкой и распределением [14]. Также ВИЭ считаются экологически чистыми источниками получения энергии, их внедрение приводит к значительному уменьшению негативного воздействия на окружающую среду. Ожидается, что производство электроэнергии из возобновляемых источников увеличится более чем в три раза за период с 2020 по 2050 гг. [8]. Тем не менее, темпы роста по-прежнему остаются недостаточными для полного отказа от традиционных источников производства электроэнергии.

Подводя итог, можно говорить о том, что энергетический комплекс играет одну из ключевых ролей в развитии технологической части любого государства и национальной экономики в целом. Наряду с промышленными революциями и сменой технологических укладов, изменениями в научно-технической базе производства потребление энергии постоянно росло. Более того, с наступлением четвертой промышленной революции или так называемой «Индустрией 4.0», с переходом к информационному обществу, которое характеризуется повышенным использованием современных технологий, информационно-коммуникационных технологий и ИКТ-услуг, роль энергии (в особенности – электроэнергии) становится ключевой не только в развитии, но в целом, функционировании общества. Так, ожидается сохранение тенденции роста потребления и, соответственно, производства электроэнергии, и по предварительным прогнозам к 2050 г. объемы производства электроэнергии увеличатся почти на 70%. Несмотря на текущее преобладание традиционных источников в структуре производства электроэнергии, активно растет доля возобновляемых источников энергии. Однако, наиболее эффективным источником получения электроэнергии на ближайшее время остаются атомные электростанции, по прогнозам ВР в мире ожидается рост производства электроэнергии на АЭС на 40 – 50% к 2050 г. Увеличение доли производства электроэнергии на АЭС позволит странам значительно сократить выбросы токсичных веществ в атмосферу. Более того, на данный момент ведутся разработки по внедрению так называемых замкнутых циклов, что позволит решить проблему с утилизацией ядерных отходов. Цифровизация мирового хозяйства ведет к неуклонному росту потребления электроэнергии, в текущих условиях для удовлетворения потребностей общества наиболее эффективным источником получения электроэнергии являются атомные электростанции.

Список использованных источников:

1. Дегтярев, К. С. Динамика мирового энергопотребления в XX – XXI вв. и прогноз до 2100 года / К. С. Дегтярев // Окр. среда и энергетика. – 2020. – № 2. – С. 35–48.
2. Четвертая промышленная революция. Популярно о главном технологическом бренде XXI века [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Четвертая_промышленная_революция_\(Industry_Индустрия_4.0\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Четвертая_промышленная_революция_(Industry_Индустрия_4.0)). – Дата доступа: 15.02.2023.
3. Эксперты «Глобальной Энергии» определили влияние 4-й промышленной революции на энергетический сектор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://globalenergyprize.org/ru/2019/04/19/eksperty-globalnoj-energii-opredelili-vliyanie-4-oj-promyshlennoj-revoljucii-na-energeticheskij-sektor/>. – Дата доступа: 16.02.2023.

59-я Научная Конференция Аспирантов, Магистрантов и Студентов БГУИР, Минск, 2023

4. Net electricity consumption worldwide in select years from 1980 to 2021 (in terawatt-hours) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/280704/world-power-consumption/>. – Дата доступа: 16.02.2023.
5. Electricity production by source, World [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ourworldindata.org/grapher/electricity-production-source-stacked?time=earliest..2021>. – Дата доступа: 16.02.2023.
6. Электроэнергетика. Экологический аспект [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blog.tutoronline.ru/jelektroenergetika-jekologicheskij-aspekt>. – Дата доступа: 16.02.2023.
7. Distribution of electricity generation worldwide in 2021, by energy source [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/269811/world-electricity-production-by-energy-source/>. – Дата доступа: 17.02.2023.
8. Projected electricity generation worldwide in 2020 with a forecast to 2050, by energy source (in 1,000 terawatt-hours) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/238610/projected-world-electricity-generation-by-energy-source/>. – Дата доступа: 17.02.2023.
9. Экологические проблемы энергетического обеспечения человечества [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/ecology/ecol/ecol05.htm>. – Дата доступа: 17.02.2023.
10. Перспективы развития мировой атомной энергетики связаны с климатическими целями [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.eprussia.ru/news/base/2020/3962253.htm>. – Дата доступа: 17.02.2023.
11. Об атомной энергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: ё – Дата доступа: 17.02.2023.
12. Атомботы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://atomicexpert.com/robots_in_nuclear. – Дата доступа: 17.02.2023.
13. Замкнутый ядерный топливный цикл [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://postnauka.ru/wtf/156666>. – Дата доступа: 17.02.2023.
14. Роль традиционной и альтернативной энергетики в регионах Севера / А. А. Гасникова // Экон. и соц. перемены: факты, тенденции, прогноз. Соц. и экон. география. – 2013. – Т. 15, № 2. – С. 77–88. – Дата доступа: 17.02.2023.

UDC 338.24

EVOLUTION OF THE ENERGY SECTOR OF THE WORLD ECONOMY

*Suprynovich A.U.*¹

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics¹, Minsk, Republic of Belarus

Zhilinskaya N.N. – PhD in Economics

Annotation. The evolution of the energy sector of the world economy is described, the main reasons for the growth of energy consumption are mentioned. The structure of global electricity consumption in terms of digitalization of the economy is analyzed. The most effective source of electricity generation in the current conditions is defined.

Keywords. Energy sector, energy consumption, industrial revolution, electricity generation structure, digitalization.