

reports of SNIL participants «Theory and practice of customs and foreign economic activity» / Belarusian State Univ. — Minsk, 2015. — Iss. 3. — 189 p.

19. Ковалев, М. М. Транспортная логистика в Беларуси: состояние, перспективы : монография / М. М. Ковалев, А. А. Королева, А. А. Дутина. — Минск : Издат. центр БГУ, 2017. — 327 с.

Kovalev, M. M. Transport logistics in Belarus: state, prospects : monograph / M. M. Kovalev, A. A. Koroleva, A. A. Dutina. — Minsk : BSU Publ. center, 2017. — 327 p.

20. Зорина, Т. Г. Современная парадигма логистического потенциала региона / Т. Г. Зорина, В. Э. Зубков // Науч. тр. / Белорус. гос. экон. ун-т ; редкол.: В. Н. Шимов (гл. ред.) [и др.]. — Минск, 2019. — Вып. 12. — С. 200.

Zorina, T. G. Modern paradigm of logistics potential of the region / T. G. Zorina, V. E. Zubkov // Sci. works / Belarus State Econ. Univ. ; editorial board: V. N. Shimov (chief ed.) [et al.]. — Minsk, 2019. — Iss. 12. — P. 200.

21. Антюшеня, Д. М. Транспортно-логистическая система Республики Беларусь: становление и развитие / Д. М. Антюшеня. — Минск : БНТУ, 2016. — 224 с.

Antyushenya, D. M. Transport and logistics system of the Republic of Belarus: formation and development / D. M. Antyushenya. — Minsk : BNTU, 2016. — 224 p.

Статья поступила в редакцию 15.11.2020 г.

УДК 338.27

T. Zorina
BSEU (Minsk)

ASSESSMENT OF PROSPECTIVE SCENARIOS OF RES DEVELOPMENT TAKING INTO ACCOUNT THE INTEGRATION OF BELNPP INTO THE ENERGY SYSTEM OF THE REPUBLIC OF BELARUS

This article provides forecasts of the development of renewable energy in the Republic of Belarus in the period 2021–2030. Using the MESSAGE software package, the structure of electricity production in the forecast period was modeled under three scenarios that provide for different intensity of development of renewable energy. A comparative analysis of the structure of the installation of new energy capacities and the production of electricity using various energy sources, as well as the production cost of electricity in the framework of the considered scenarios is carried out.

Keywords: *renewable energy; renewable energy sources (RES); electricity; energy sources; combined heat and power plant (CHP); condensing power plant (CPP); nuclear power plant (NPP); hydro-recirculating power plant (GRES); block stations.*

Т. Г. Зорина
доктор экономических наук, доцент
БГЭУ (Минск)

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ СЦЕНАРИЕВ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ С УЧЕТОМ ИНТЕГРАЦИИ БЕЛАЭС В ЭНЕРГОСИСТЕМУ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В настоящей статье выполнены прогнозы развития возобновляемой энергетики в Республике Беларусь на 2021–2030 гг. С помощью программного комплекса MESSAGE смоделирована структура

ра производства электрической энергии в прогнозируемом периоде в рамках трех сценариев, которые предусматривают разную интенсивность развития возобновляемой энергетики. Проведен сравнительный анализ структуры ввода новых энергетических мощностей и производства электрической энергии с помощью различных энергоисточников, а также производственной себестоимости электрической энергии в рамках рассмотренных сценариев.

Ключевые слова: возобновляемая энергетика; возобновляемые источники энергии (ВИЭ); электрическая энергия; энергоисточники; теплоэлектроцентраль (ТЭЦ); конденсационная электростанция (КЭС); атомная электростанция (АЭС); гидрорециркуляционная электростанция (ГРЭС); блок-станции.

Возобновляемая энергетика в Республике Беларусь начала активно развиваться с конца 2000-х гг. Толчками для развития можно назвать принятие ряда нормативных правовых актов: директива Президента Республики Беларусь № 3 от 14 июня 2007 г. «Экономия и бережливость — главные факторы экономической безопасности государства» способствовала включению в топливно-энергетический баланс древесной биомассы [1]; Закон Республики Беларусь № 204-З от 27.12.2010 г. «О возобновляемых источниках энергии» и постановление Совета Министров Республики Беларусь № 1838 от 17.12.2010 г. «Об утверждении государственной программы строительства в 2011–2015 годах гидроэлектростанций в Республике Беларусь» способствовали развитию гидроэнергетики и использованию биогаза [2, 3]; Указ Президента Республики Беларусь № 209 от 18.05.2015 г. «Об использовании возобновляемых источников энергии» дал импульс к созданию источников на базе энергии солнца и ветра [4].

Производство электрической и тепловой энергии, а также прирост установленных мощностей источников возобновляемой энергетики представлены на рис. 1–3.

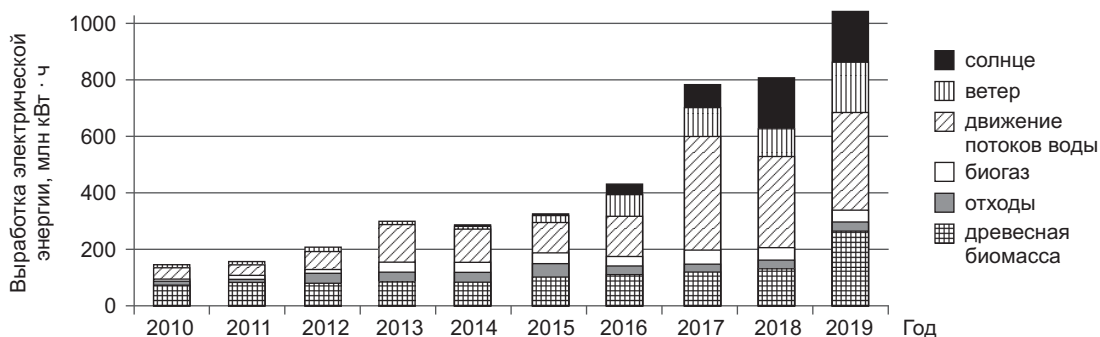


Рис. 1. Производство электрической энергии с использованием возобновляемых источников энергии в 2010–2019 гг. в Республике Беларусь

Источники: разработано автором на основе [5].

Анализ графической информации, представленной на рис. 1–3, позволяет сделать вывод об интенсивном развитии возобновляемых источников энергии в 2010–2019 гг. В частности, производство тепловой энергии из ВИЭ имеет ежегодный прирост в среднем в 4–7 %, а средний прирост производства электрической энергии составляет более 25 % по отношению к предыдущему году [6–9].

С целью анализа оптимальных путей интеграции возобновляемых источников энергии в энергобаланс Республики Беларусь при учете работы АЭС использовался сценарный подход, который предусматривал построение 3 сценариев функционирования энергосистемы Республики Беларусь с различной долей ВИЭ в энергобалансе.

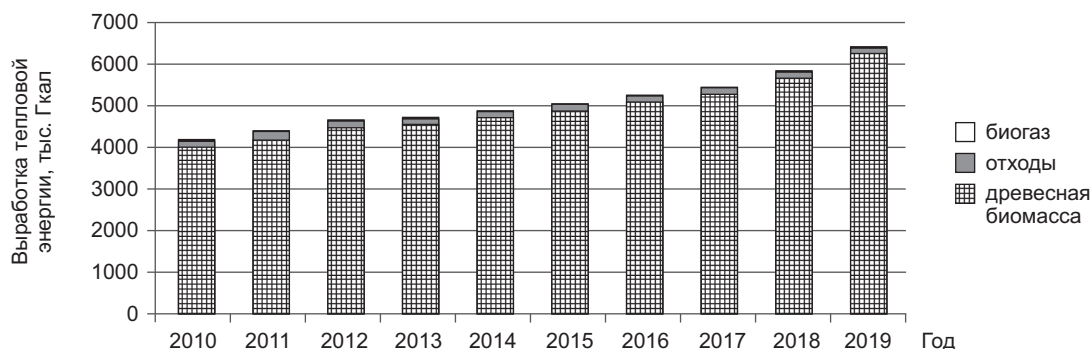


Рис. 2. Производство тепловой энергии с использованием возобновляемых источников энергии в 2010–2019 гг. в Республике Беларусь

Источники: разработано автором на основе [5].

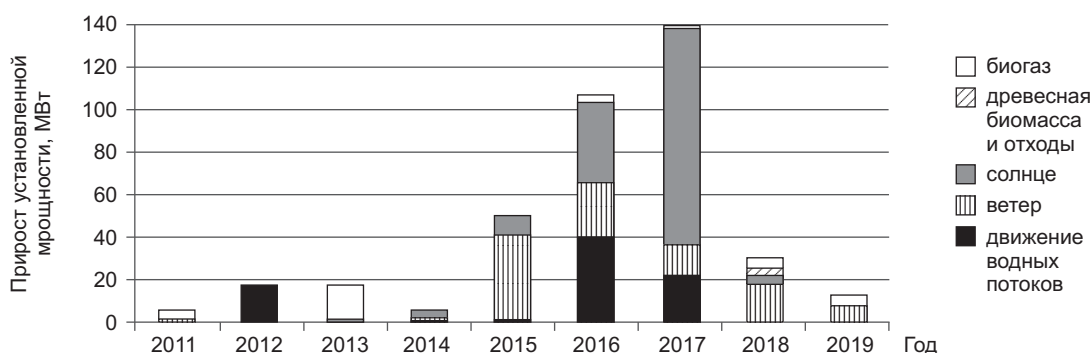


Рис. 3. Фактический прирост электрогенерирующих мощностей на возобновляемых источниках энергии, МВт

Источники: разработано автором на основе [5].

Моделирование осуществлялось с помощью программного комплекса MESSAGE (Model for Energy Supply Strategy Alternatives and their General Environmental Impact). Для этого была разработана модель энергосистемы Республики Беларусь в разрезе отдельных генерирующих блоков, каждому из которых соответствовал ряд экономических (инвестиционные, переменные и постоянные затраты и др.) и технических (тип используемого топлива, установленная мощность, планируемая модернизация/замена, коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) и др.) параметров. Критерием оптимизации в MESSAGE является минимизация затрат в системе.

Для моделирования сценариев функционирования энергосистемы Республики Беларусь была собрана база данных, включающая:

- установленную мощность всех электрогенерирующих источников в Республике Беларусь;
- инвестиционные, переменные и постоянные затраты основных производителей электроэнергии в Республике Беларусь (табл. 1);
- цены на основные энергоресурсы в Республике Беларусь (табл. 2);
- прогнозируемый объем потребления электроэнергии на период до 2030 г. (рис. 3).

Таблица 1. Инвестиционные, постоянные и переменные затраты основных производителей электроэнергии в Республике Беларусь

Энергоисточник	Инвестиционные затраты, дол./кВт	Постоянные затраты, дол./кВт/год	Переменные затраты, дол./ГВт·ч
Лукомльская ГРЭС	700	10,34	2,39
Березовская ГРЭС	700	15,42	6,89
Минская ТЭЦ-5	1000	27,74	5,62
БелАЭС	5000	52,0	3,0
КЭС ПГУ большой мощности	750	14,0	28,4
Блок-станции	1400	24,0	10,5
Новые блок-станции	2289	73,0	44,0
ТЭЦ на МВТ	1200	24,0	10,5
ВЭУ	1740	57,0	0,0
СЭС	2366	15,0	0,0
Биогазовые блок-станции	3700	167,0	35,0
Минская ТЭЦ-4	800	32,83	15,66
Гомельская ТЭЦ	700	19,76	14,12
Бобруйская ТЭЦ-2	700	46,17	31,04
Гродненская ТЭЦ-2	700	61,01	38,89
Минская ТЭЦ-3	700	38,62	25,53
Могилевская ТЭЦ-2	800	27,61	27,16
Новополоцкая ТЭЦ	800	18,06	30,71
Мозырьская ТЭЦ	700	33,91	40,1
Светлогорская ТЭЦ	700	31,36	32,38
Витебская ТЭЦ	700	45,92	39,28
Жодинская ТЭЦ	800	35,27	49,76
Оршанская ТЭЦ	800	48,89	34,31
Малые ТЭЦ	700	63,27	92,35
ГЭС	1508	30,0	3,5
ПГУ Минской ТЭЦ-3	900	12,0	24,5
Лидская ТЭЦ	750	18,0	42,0
Жлобинская ТЭЦ	1200	22,0	9,1
Блоки в ремонтном резерве	750	14,5	55,2

Источники: составлено автором на основе данных, предоставленных Министерством энергетики Республики Беларусь.

Таблица 2. Фактическая и прогнозная стоимость топлива в Республике Беларусь

Вид топлива	Газ природный, дол./тыс. м ³	Газ сжиженный, дол./тыс. м ³	Мазут топочный, дол./т	Мазут топочный (для населения), дол./т	Ядерное топливо, дол./кг	Древесина, дол./плотный м ³	Торф, дол./т
1	2	3	4	5	6	7	8
2013	188,25	353,87	519,76	410,81	33,85	18,96	24,23

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
2014	192,52	327,73	542,28	380,00	35,50	19,67	25,13
2015	196,80	235,05	312,74	219,18	37,31	20,62	26,34
2016	190,34	183,77	185,71	209,31	39,16	21,32	27,24
2017	183,13	162,58	186,98	207,89	41,12	21,95	28,04
2018	186,01	176,49	188,27	206,48	43,16	22,61	28,88
2019	183,13	182,51	189,55	205,07	45,32	23,26	29,73
2020	187,45	188,74	190,84	203,70	57,49	23,95	30,61
2021	201,53	195,19	192,13	202,34	47,59	24,54	31,36
2022	212,52	201,86	193,40	201,00	49,67	24,54	31,36
2023	221,98	208,76	194,46	199,90	49,67	24,54	31,36
2024	228,80	215,90	195,76	198,58	49,67	24,54	31,36
2025	234,47	223,28	197,04	197,29	49,67	24,54	31,36
2026	239,02	215,98	195,75	198,58	49,67	24,54	31,36
2027	243,18	218,38	196,18	198,15	49,67	24,54	31,36
2028	245,45	219,21	196,32	198,01	49,67	24,54	31,36
2029	246,26	217,86	196,08	198,25	49,67	24,54	31,36
2030	247,00	218,49	196,20	198,13	49,67	24,54	31,36

Источники: составлено автором на основе данных, предоставленных Министерством энергетики Республики Беларусь.

На рис. 4 представлено фактическое (за 2015–2019 гг.) и прогнозное согласно [10] (на 2020–2030 гг.) производство электроэнергии в Республике Беларусь.

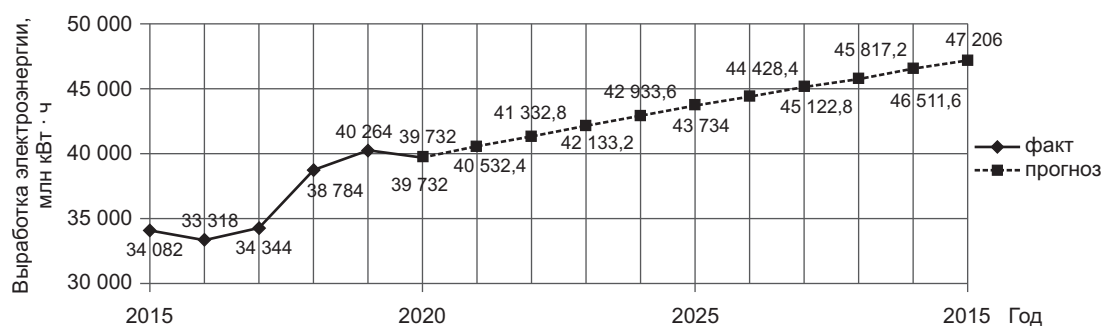


Рис. 4. Производство электроэнергии в 2015–2030 гг. в Республике Беларусь, млн кВт·ч

Источники: разработано автором на основе [10].

Объем централизованного и нецентрализованного производства тепловой энергии в стране относительно постоянен и обычно не превышает 70 млн Гкал ежегодно [5]. Динамика производства тепловой энергии больше обусловлена климатическими факторами, чем особенностями развития энергосистемы и экономики.

Для моделирования были выбраны три сценария развития возобновляемой энергетики на 2021–2030 г. Производство электроэнергии из ВИЭ согласно данным сценариям представлено в табл. 3.

Таблица 3. Планируемое производство электрической энергии из ВИЭ в 2011–2030 гг. в Республике Беларусь, ГВт·ч

Сценарий	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.	2026 г.	2027 г.	2028 г.	2029 г.	2030 г.
Сценарий 1	863	965	1015	1048	1095	1145	1194	1244	1294	1344
Сценарий 2	1242	1300	1359	1417	1475	1600	1725	1850	1975	2100
Сценарий 3	1292	1410	1538	1677	1828	1987	2159	2346	2548	2767

Источники: разработано автором на основе [5, 10–11].

Сценарий 1 соответствует действующей Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь [11]. В частности, индикатор № 2 «Отношение объема производства (добычи) первичной энергии из возобновляемых источников энергии к валовому потреблению ТЭР» определяет долю ВИЭ в потреблении топливно-энергетических ресурсов.

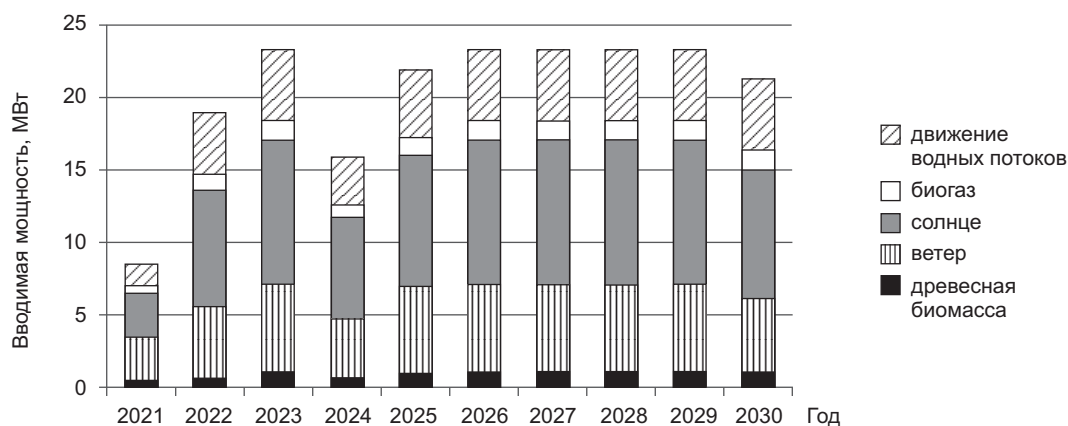


Рис. 5. Структура ввода новых энергетических мощностей ВИЭ в Республике Беларусь в 2021–2030 гг. согласно сценарию 1, МВт

Источники: разработано автором.

Как видно на рис. 5, наиболее активно и стабильно вводятся объекты солнечной энергетики, чуть менее активно и с изменениями по мощности — гидро- и ветровой энергетики. Источники, производящие энергию из биогаза и древесной биомассы, также будут вводиться в прогнозном периоде, однако их удельный вес меньше, что объясняется ограниченностью их потенциала.

Структура производства электрической энергии в Республике Беларусь в 2021–2030 гг. согласно сценарию 1 представлена на рис. 6.

Как видно на рис. 6, наибольший удельный вес в выработке электрической энергии начиная с 2020 г. будет иметь АЭС (39,9 % в 2022 г.; 35,4 % в 2030 г.). На втором месте по объемам производства — ТЭЦ (35,8 % в 2021 г.; 26,7 % в 2030 г.). На протяжении прогнозного периода увеличивается доля в структуре производства электроэнергии

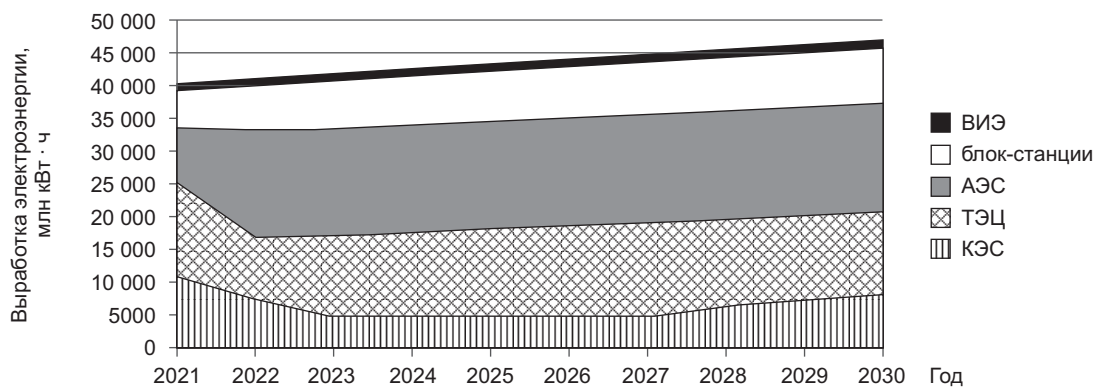


Рис. 6. Структура производства электрической энергии в Республике Беларусь в 2021–2030 гг. согласно сценарию 1, млн кВт·ч

Источник: разработано автором.

блок-станций с 14,0 % в 2021 г. до 17,6 % в 2030 г. Самые нестабильные тенденции характерны для КЭС, что объясняется в том числе использованием их в качестве пиковых источников. Так, на протяжении 2021–2023 гг. их доля в производстве электроэнергии снижается с 27,3 до 11,8 %, начиная с 2028 г. прогнозируется увеличение их удельного веса с 14,2 до 17,6 % в 2030 г. Удельный вес ВИЭ в течение прогнозного периода колеблется от 2,2 % в 2021 г. до 2,7 % в 2030 г.

Сценарий 2 базируется на Концепции развития электрогенерирующих мощностей и электрических сетей на период до 2030 года, одобренной постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 25 февраля 2020 г. № 7. В данной Концепции представлены фактические балансы производства электрической и тепловой энергии в Республике Беларусь с 2010 г. и прогнозы балансов до 2030 г. [10]. По представленным в Концепции объемам производства энергии выполнен прогноз ввода новых мощностей различных типов энергогенерирующих объектов, в том числе работающих за счет возобновляемых источников энергии (рис. 7).

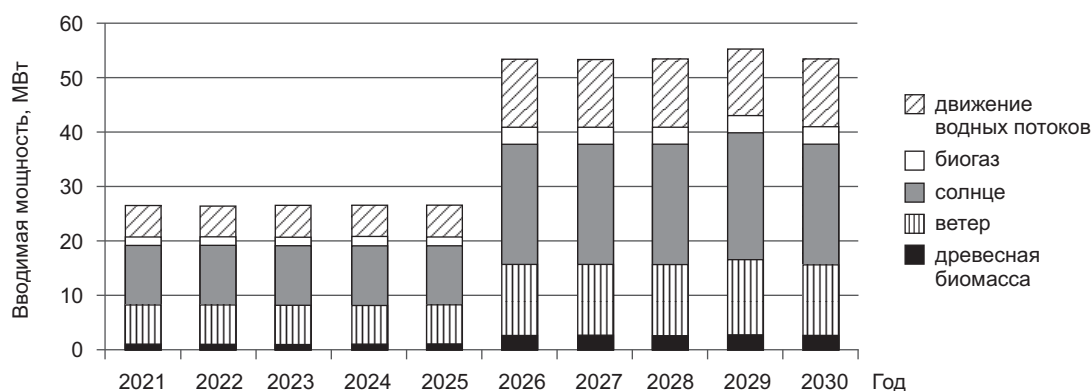


Рис. 7. Структура ввода новых энергетических мощностей ВИЭ в Республике Беларусь в 2021–2030 гг. согласно сценарию 2, МВт

Источник: разработано автором.

Как видно на рис. 7, наиболее активно будут вводиться энергетические мощности ВИЭ начиная с 2026 г. Структура вводимых мощностей по видам энергоисточников сохраняется той же, что и в сценарии 1.

Структура производства электроэнергии в Республике Беларусь в 2021–2030 гг. согласно сценарию 2 представлена на рис. 8.

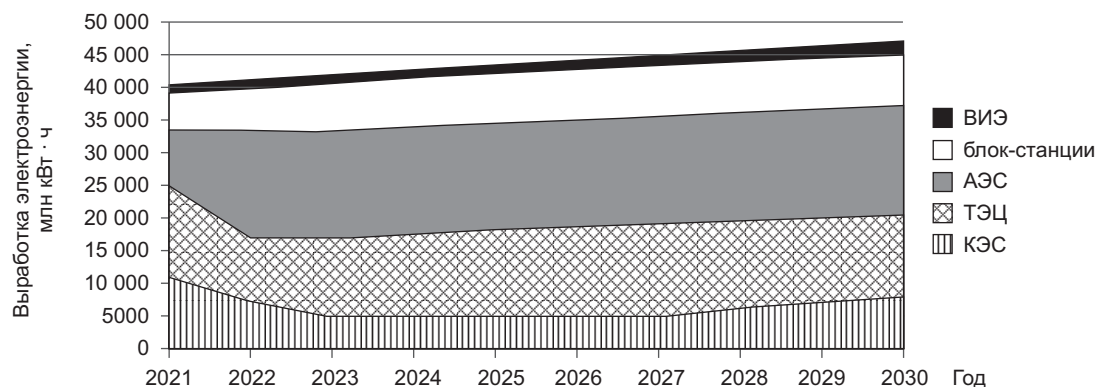


Рис. 8. Структура производства электрической энергии в Республике Беларусь в 2021–2030 гг. согласно сценарию 2, млн кВт·ч

Источник: разработано автором.

Как видно на рис. 8, данному сценарию присущи тенденции, характерные сценарию 1, однако удельный вес ВИЭ в производстве электрической энергии в течение прогнозного периода колеблется от 3,0 % в 2021 г. до 4,2 % в 2030 г.

Сценарий 3 построен с ориентацией на достижение Целей устойчивого развития к 2030 г. Международное энергетическое агентство сделало вывод о необходимости поддержания роста доли ВИЭ как минимум на 7 % ежегодно для достижения поставленных Целей устойчивого развития: «В целом возобновляемые источники энергии должны продолжать увеличиваться на 7 % ежегодно в течение 2019–2030 гг., чтобы соответствовать уровню сценария устойчивого развития. Однако рост производства электроэнергии из возобновляемых источников в 2019 г. (6,5 %) был ниже, чем в 2018 г. (7 %), а это означает, что потребуются более активное внедрение всех технологий возобновляемой энергии, включая гидроэнергетику, которая составляла 60 % мировой возобновляемой генерации в 2019 г.» [12]. Вводимые в с 2021 по 2030 г. объекты возобновляемой энергетики представлены на рис. 9.

Как видно на рис. 9, доля вводимых объектов на возобновляемых источниках энергии в сценарии 3 к концу анализируемого периода приближается к 90 МВт.

Структура производства электроэнергии в Республике Беларусь в 2021–2030 гг. согласно сценарию 3 представлена на рис. 10.

Как видно на рис. 10, к 2030 г. рекомендуемая структура производства электроэнергии выглядит следующим образом: АЭС — 35,4 %, ТЭЦ — 26,7 %, КЭС — 16,6 %, блок-станции — 15,9 %, ВИЭ — 5,4 %.

Рассмотрим структуру затрат в себестоимости производства энергии по трем сценариям развития энергосистемы. В себестоимость включены переменные и постоянные издержки, затраты на топливо, а также инвестиции в строительство новых объектов энергетики. Анализируя структуру себестоимости во всех сценариях, можно сделать следующие выводы. Наибольший удельный вес в структуре себестоимости имеют

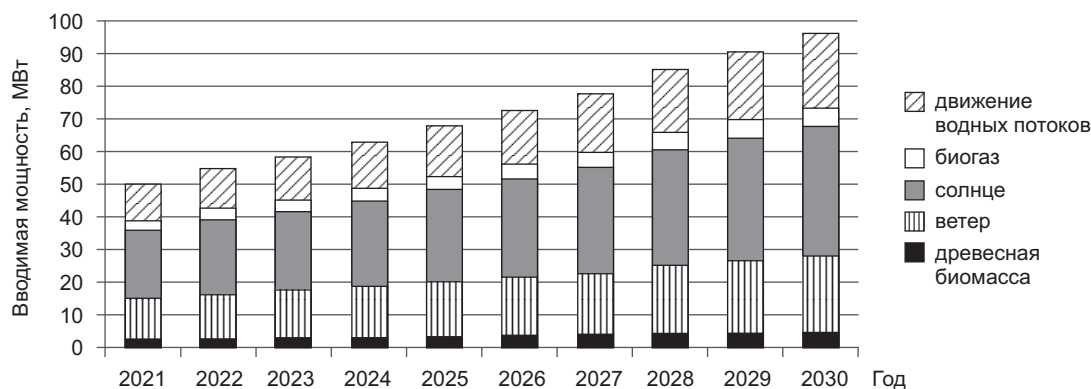


Рис. 9. Структура ввода новых энергетических мощностей ВИЭ в Республике Беларусь в 2021–2030 гг. согласно сценарию 3, МВт

Источники: разработано автором.

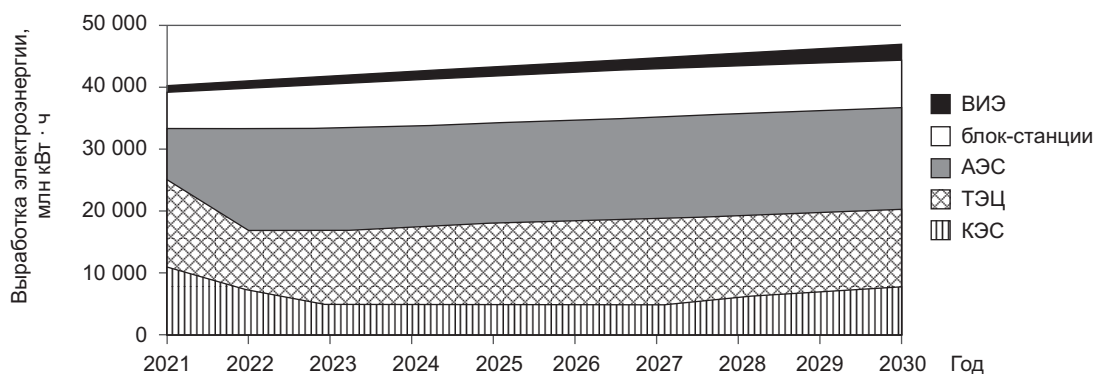


Рис. 10. Структура производства электрической энергии в Республике Беларусь в 2021–2030 гг. согласно сценарию 3, млн кВт·ч

Источники: разработано автором.

инвестиционные затраты (63–66 %), затем следуют топливные затраты (19–21 %), постоянные (13–15 %) и переменные издержки (около 1 %). Ввод ВИЭ в энергосистему приводит к увеличению инвестиционных затрат при одновременном уменьшении топливных.

Для определения влияния ВИЭ на среднюю себестоимость производства электрической энергии проведем сравнительный анализ производственной себестоимости для трех сценариев (рис. 11).

Как видно из рис. 11, ввод ВИЭ повышает производственную себестоимость электрической энергии. Каждый дополнительный процент ВИЭ в балансе производства энергии повышает производственную себестоимость в среднем на 0,15 USD цент/кВт·ч. Высокие значения себестоимости в 2021–2022 гг. можно объяснить вводом БелАЭС, что означает начало амортизационных отчислений и исполнения кредитных обязательств с одновременным сохранением большой доли КЭС в балансе. С 2023 г. себестоимость нормализуется. Небольшой последующий рост возникает по причине инвестиционных затрат в ВИЭ, ежегодно вводимая мощность которых увеличивается к концу рассматриваемого периода (сценарии 2 и 3), а также увеличения доли КЭС в балансе с 2028 г.

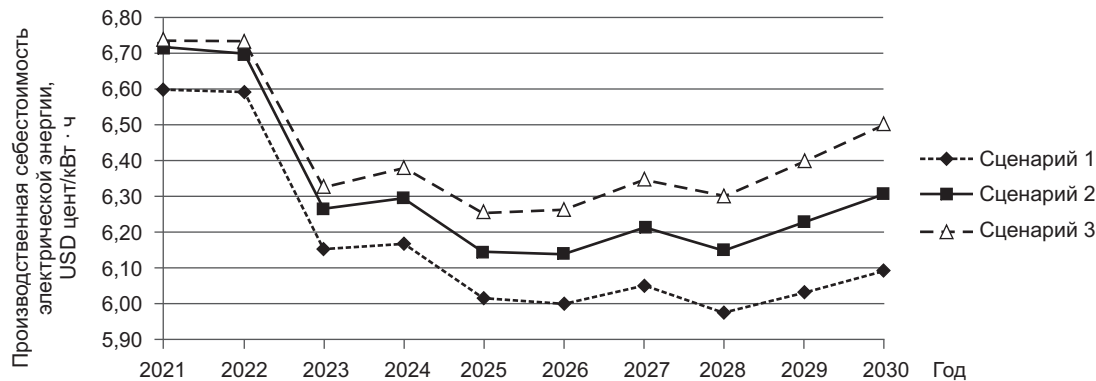


Рис. 11. Производственная себестоимость производства электрической энергии, USD цент/кВт·ч

Источники: разработано автором.

Источники

1. Об утверждении мероприятий по реализации Директивы Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 г. № 3 «Экономия и бережливость — главные факторы экономической безопасности государства» на 2011–2015 годы и признании утратившими силу некоторых постановлений Совета Министров Республики Беларусь [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 8 февр. 2011 г., № 157 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. — Режим доступа: [https://pravo.by/pdf/2011-21/2011-21\(024-043\).pdf](https://pravo.by/pdf/2011-21/2011-21(024-043).pdf). — Дата доступа: 15.11.2020.

2. О возобновляемых источниках энергии [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 27 дек. 2010 г., № 204-З // Департамент по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь. — Режим доступа: <http://energoeffekt.gov.by/laws/act/-q-q-27-2010-204->. — Дата доступа: 12.11.2020.

3. Об утверждении государственной программы строительства в 2011–2015 годах гидроэлектростанций в Республике Беларусь [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 17 дек. 2010 г., № 1838 // ЭТАЛОН-ONLINE. — Режим доступа: https://etalonli-ne.by/document/?regnum=c21001838&q_id=0. — Дата доступа: 10.11.2020.

4. Об использовании возобновляемых источников энергии [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь, 18 мая 2015 г., № 209 // Энергодокумент. — Режим доступа: <https://energodoc.by/document/view?id=2641> — Дата доступа: 09.11.2020.

5. Explore energy data by category, indicator, country or region [Electronic resource] // IEA. — Mode of access: <https://www.iea.org/data-and-statistics/?country=BELARUS&fuel=Electricity%20and%20heat&indicator=HeatGenByFuel>. — Date of access: 13.10.2020.

6. Зорина, Т. Г. Устойчивое энергетическое развитие Республики Беларусь: анализ динамики развития в 1995–2018 гг. / Т. Г. Зорина // Устойчивое развитие энергетики Республики Беларусь: состояние и перспективы: сб. докл. междунар. науч. конф., Минск, 1–2 окт. 2020 г. / под ред. Т. Г. Зориной. — Минск: Беларус. навука, 2020. — С. 18–33.

Zorina, T. G. Sustainable energy development of the Republic of Belarus: analysis of the dynamics of development in 1995–2018 / T. G. Zorina // Sustainable energy Development of the Republic of Belarus: state and prospects: coll. of reports of the intern. sci. conf., Minsk, 1–2 Oct. 2020 / edited by T. G. Zorina. — Minsk: Belarusian science, 2020 — P. 18–33.

7. Любчик, О. А. Динамика и состояние развития возобновляемой энергетики в Республике Беларусь / О. А. Любчик // Устойчивое развитие энергетики Республики Беларусь: состояние и перспективы: сб. докл. междунар. науч. конф., Минск, 1–2 окт. 2020 г. / под ред. Т. Г. Зориной. — Минск: Беларус. навука, 2020. — С. 145–151.

Lyubchik, O. A. Dynamics and state of development of renewable energy in the Republic of Belarus / O. A. Lyubchik // Sustainable energy Development of the Republic of Belarus: state and prospects: coll. of reports of the intern. sci. conf., Minsk, 1–2 Oct. 2020 / edited by T. G. Zorina. — Minsk: Belarusian science, 2020 — P. 145–151.

8. *Сушкевич, Е. А.* Государственное регулирование возобновляемой энергетики в Республике Беларусь / *Е. А. Сушкевич, Т. В. Ревецкая* // Устойчивое развитие энергетики Республики Беларусь: состояние и перспективы : сб. докл. междунар. науч. конф., Минск, 1–2 окт. 2020 г. / под ред. Т. Г. Зориной. — Минск : Беларус. навука, 2020. — С. 169–175.

Sushkevich, E. A. State regulation of renewable energy in the Republic of Belarus / *E. A. Sushkevich, T. V. Revickaya* // Sustainable energy Development of the Republic of Belarus: state and prospects : coll. of reports of the intern. sci. conf., Minsk, 1–2 Oct. 2020 / edited by T. G. Zorina. — Minsk : Belarusian science, 2020 — P. 169–175.

9. Развитие возобновляемых источников энергии как способ управления рисками энергетической безопасности / *О. А. Любчик [и др.]* // Возобновляемые источники энергии : материалы Всерос. науч. конф. и XII молодеж. шк. с междунар. участием, Москва, 24–25 нояб. 2020 г. / отв. ред. С. В. Киселева, Ю. Ю. Рафикова. — М. : Наука, 2020. — С. 296–303.

Development of renewable energy sources as a way to manage energy security risks / *O. A. Lyubchik [et al.]* // Renewable energy sources : materials of the All-Russ. sci. conf. and the XII youth school with intern. participation, Moscow, 24–25 Nov. 2020 / edited by S. V. Kiselev, Yu. Yu. Rafikov. — Moscow : Nauka, 2020. — P. 296–303.

10. Концепция развития электрогенерирующих мощностей и электрических сетей на период до 2030 года [Электронный ресурс] : приложение к постановлению М-ва энергетики Респ. Беларусь, 25 февр. 2020 г., № 7 // Министерство энергетики Республики Беларусь. — Режим доступа: https://minenergo.gov.by/zakonodatelstvo/konceptcii_i_proframmi/. — Дата доступа 09.11.2020.

11. Концепция энергетической безопасности Республики Беларусь [Электронный ресурс] : утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь, 23 дек. 2015 г., № 1084 // КонсультантПлюс. Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2020.

12. Generation from renewable sources continues to grow but acceleration is needed to reach 2030 targets [Electronic resource] // IEA. — Mode of access: <https://www.iea.org/reports/renewable-power>. — Date of access 06.11.2020.

Статья поступила в редакцию 09.12.2020 г.

УДК 330.43, 336.71

N. Zougheib
BSEU (Minsk)

DEA INPUTS/OUTPUTS: EFFICIENCY OF LEBANESE BANKS

The main goal of this paper is to discuss the importance for selecting the best set of input and output variables to perform an efficiency study for banks using DEA model, it will also introduce the techniques that have been used previously to decide the number of analyzed units (DMUs) and how this number affects the number of inputs and outputs, in addition, it will discuss the difference between input and output oriented models, and the criteria used to classify an indicator as input or output. This paper will also discuss the specific factors that affect the selection for the input and output variables that will be used to perform an efficiency measurement for the Lebanese banks using DEA. To perform the goals of this paper, a secondary data was reviewed from previous studies to examine the techniques used to deal with all aspects associated with DEA's inputs and outputs. Also, A review of the Lebanese banks' annual reports and other international journals was conducted to decide which bank indicators should be selected as inputs or outputs to perform an efficiency measurement for Lebanese banks using DEA. This paper shows that the input-output selection for DEA models is essential and difficult task, that must be performed properly, to achieve an effective DEA study. This paper also sets up the basic elements to perform the efficiency measurement for the Lebanese banks; the study will use BCC DEA input-oriented model, it will cover 18 Lebanese banks that constitutes 95,3 % of Lebanese banks' total assets, its will be performed over the period 2004–2018, the three inputs selected are 'Interest Expenses', 'Cash & Deposits with Central Bank', and 'Total Assets', and the two outputs selected are 'Non-Interest Income', and 'Loans & Advances to Customers'.