

<https://doi.org/10.21122/1029-7448-2025-68-3-274-286>

УДК 338.27

Методический подход к оценке затрат на увеличение электропотребления в Республике Беларусь в условиях развития атомной энергетики

Т. Г. Зорина¹⁾, С. А. Александрович²⁾, В. Ю. Кондрусев³⁾, К. В. Старостенко³⁾

¹⁾Белорусский государственный экономический университет (Минск, Республика Беларусь),

²⁾Институт энергетики НАН Беларуси (Минск, Республика Беларусь),

³⁾Научно-исследовательский экономический институт Министерства экономики
(Минск, Республика Беларусь)

Реферат. Цель данного исследования – оценка затрат на увеличение электропотребления в Республике Беларусь на долгосрочную перспективу в условиях развития атомной энергетики. Исходные данные по различным мероприятиям в промышленном секторе (производительность, капитальные затраты, увеличение электропотребления) подготовлены на основе анализа планируемых к реализации инвестиционных проектов в Республики Беларусь и зарубежных странах (преимущественно Российской Федерации). Для достижения поставленной цели была построена оптимизационная модель. Критерием оптимизации является минимизация капитальных затрат на реализацию мероприятий по увеличению электропотребления с достижением технически возможного его потенциала. Ограничениями являлись технически возможный потенциал увеличения электропотребления, а также объемы выпускаемой продукции. На основе оптимизационной модели с учетом вариации входных параметров разработаны сценарии, предусматривающие нарастающее увеличение объема производимой той или иной продукции с целью минимизации суммарных затрат на реализацию комплекса мероприятий. Результаты моделирования показали, что для повышения электропотребления по ряду видов экономической деятельности в промышленном секторе производство отдельной категории продукции необходимо существенно увеличить. Это может, с одной стороны, выступить инструментом импортозамещения (т. е. отказа от импортных поставок данной категории продукции) и, с другой стороны, повысить экспортный потенциал промышленных производителей Республики Беларусь.

Ключевые слова: увеличение электропотребления, топливно-энергетические ресурсы, технический потенциал, виды экономической деятельности, оценка затрат, оптимизационная модель, сценарное моделирование, долгосрочное прогнозирование, капитальные затраты, комплекс мероприятий, промышленное производство, объемы выпускаемой продукции, усредненный тариф, атомная энергетика

Для цитирования: Методический подход к оценке затрат на увеличение электропотребления в Республике Беларусь в условиях развития атомной энергетики / Т. Г. Зорина [и др.] // *Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ*. 2025. Т. 68, № 3. С. 274–286. <https://doi.org/10.21122/1029-7448-2025-68-3-274-286>

Адрес для переписки

Зорина Татьяна Геннадьевна
Белорусский государственный
экономический университет
пр. Партизанский, 26,
220070, г. Минск, Республика Беларусь
Тел.: 375 29 667-85-07
tanyazorina@ipe.by

Address for correspondence

Zoryna Tatsiana G.
Belarusian State
University of Economics
Partizansky Prospect, 26,
220070, Republic of Belarus
Tel.: +375 29 667-85-07
tanyazorina@ipe.by

Methodical Approach to Estimating the Costs of Increasing Electricity Consumption in the Republic of Belarus in the Context of Nuclear Energy Development

T. G. Zoryna¹⁾, S. A. Aliksandrovich²⁾, V. Yu. Kondrusev³⁾, K. V. Starostenko³⁾

¹⁾Belarusian State University of Economics (Minsk, Republic of Belarus),

²⁾Institute of Power Engineering of the National Academy of Sciences of Belarus (Minsk, Republic of Belarus),

³⁾The Economy Research Institute of the Ministry of Economy (Minsk, Republic of Belarus)

Abstract. The purpose of this study is to estimate the costs of increasing electricity consumption in the Republic of Belarus for the long term in the context of the development of nuclear energy. The initial data on various activities in the industrial sector (productivity, capital expenditures, increase in electricity consumption) were prepared based on the analysis of investment projects planned for implementation in the Republic of Belarus and foreign countries (mainly the Russian Federation). To achieve this goal, an optimization model was built. The optimization criterion is the minimization of capital expenditures for the implementation of measures to increase electricity consumption while achieving its technically possible potential. The limitations were the technically possible potential for increasing electricity consumption, as well as the volume of output. Based on the optimization model, taking into account variations in input parameters, scenarios have been developed that provide for an escalating increase in the volume of products produced in order to minimize the total costs of implementing a set of measures. The simulation results showed that in order to increase electricity consumption for a number of types of economic activities in the industrial sector, the production of a particular category of products must be significantly increased. This can, on the one hand, act as an instrument of import substitution (i.e., refusal of import supplies of this category of products) and, on the other hand, increase the export potential of industrial producers of the Republic of Belarus.

Keywords: increase in electricity consumption, fuel and energy resources, technical potential, types of economic activities, cost estimation, optimization model, scenario modeling, long-term forecasting, capital expenditures, set of measures, industrial production, output volumes, average tariff, nuclear energy

For citation: Zoryna T. G., Aliksandrovich S. A., Kondrusev V. Yu., Starostenko K. V. (2025) Methodical Approach to Estimating the Costs of Increasing Electricity Consumption in the Republic of Belarus in the Context of Nuclear Energy Development. *Energetika. Proc. CIS Higher Educ. Inst. and Power Eng. Assoc.* 68 (3), 274–286. <https://doi.org/10.21122/1029-7448-2025-68-3-274-286> (in Russian)

Введение

Увеличение потребления электрической энергии является приоритетной задачей для эффективного функционирования национальной экономики Республики Беларусь. В мировом сообществе наиболее популярными являются исследования Международного энергетического агентства (IEA) и Международного энергетического форума (IEF), направленные на прогнозирование увеличения потребления электроэнергии с учетом роста ВВП в мире. Вопросам моделирования потребления электроэнергии промышленными предприятиями с неоднозначной взаимосвязью между электропотреблением и отчетным выпуском продукции посвящено [1]. В рамках исследований [2] внимание акцентируется на важности не только увеличения потребления электрической энергии в стране, но и сопутствующем ему снижении энергоемкости ВВП. При этом на данный момент остается нерешенной проблема максимально эффективного и экономически целесообразного функционирования национальной экономики. Автор [3] обосновывает необходимость стимулирования небытового электропотребления

путем развития перерабатывающих отраслей экономики, создания промышленных и сельскохозяйственных предприятий в регионах с низкой электровооруженностью как необходимого элемента обеспечения структурной устойчивости российской экономики. Вопросам повышения эффективности планирования как основе управления инвестиционной деятельностью промышленных предприятий посвящено [4].

В [5] впервые сфокусировано внимание на эффективном функционировании топливно-энергетического комплекса Беларуси с учетом увеличения мощностей по выработке электроэнергии. Основное внимание в рамках исследования уделено мероприятиям, связанным с обеспечением режимной совместимости АЭС с энергосистемой (в первую очередь, это обеспечение прохождения ночного минимума нагрузки и покрытия ее максимума), так как ввод БелАЭС повлек увеличение установленной мощности генерирующих энергоисточников. Однако в исследовании [5] не рассматривались конкретные мероприятия по увеличению электропотребления. Поэтому остро стоит вопрос максимально эффективного использования дополнительного количества вырабатываемой электроэнергии в республике. В монографии [6] прогнозируется увеличение потребления электроэнергии с целью обеспечения роста ВВП, рассматривается проблема недостаточно эффективного использования потенциала полезных ископаемых в части нефтепереработки в мире.

Оценка затрат отдельных мероприятий, с точки зрения их экономической эффективности, проведена [7]. Основная идея автора заключалась в определении подхода к энергосбережению и выявлению сравнительной эффективности энергосберегающих мероприятий с целью определения их оптимального сочетания. Тем самым ученый исследовал существующие строительные проекты с привязкой к конкретным показателям, характеризующим температурную эффективность и теплоутилизационные свойства оборудования [7]. Таким образом, в его исследованиях приоритет отдавался именно техническим параметрам и показателям, а не их экономической составляющей. Исследования других авторов схожи в части экономической оценки инвестиционных проектов [8, 9]. Так, общими методами, которые выделяются в обеих работах, являются оценки: «сверху вниз», «снизу вверх», параметрическая, по аналогу. Наиболее целесообразной авторы считают оценку, которая заключается в определении капитальных затрат по проекту, затрат на оборудование, энергетических затрат и других на основе многопараметрической модели.

Наиболее комплексно и универсально оценка затрат рассмотрена в исследовании [10], где подробно рассмотрена структура затрат и факторы стоимости проекта. Тем самым расчет стоимости проекта происходит путем разложения всех издержек, которые прямо или косвенно могут быть включены в итоговую стоимость.

Таким образом, установлено (изучение мирового опыта, а также исследований белорусских ученых), что проблема реализации технически возможного потенциала Беларуси в рамках увеличения потребления электрической энергии раскрыта не в полной мере.

На сегодняшний день ключевые направления увеличения потребления электроэнергии в Республике Беларусь регламентируются такими нормативными актами, как:

– Межотраслевой комплекс мер по увеличению потребления электроэнергии до 2030 г.;

– Программа увеличения электропотребления для нужд отопления, горячего водоснабжения и пищевого приготовления на 2021–2025 гг.;

– Комплексный план развития электроэнергетической сферы до 2025 г. с учетом ввода Белорусской атомной электростанции.

Стоит отметить, что основными рисками при нерациональном использовании потенциала энергетической сферы являются потеря конкурентоспособности, увеличение тарифов на отпускаемую электроэнергию, сохраняющийся дисбаланс мощностей и др. Следовательно, актуальным в настоящее время является определение наиболее приоритетных направлений с целью их дальнейшего технологического развития и использования потенциала увеличения потребления электроэнергии.

Основная часть

Все индустриально развитые страны в ходе трансформации экономики наращивают потребление электрической энергии благодаря таким ее неоспоримым преимуществам, как возможность передачи на большие расстояния и подвода к труднодоступным объектам, относительная легкость трансформации в другие виды энергии.

Для определения технически возможного потенциала увеличения электропотребления по отраслям были выделены те из отраслей, которые имеют наибольший удельный вес в потреблении ТЭР в масштабах страны и значительные перспективы роста электропотребления. Последний показатель оценивался как разница между долей потребления электроэнергии по каждому конкретному виду деятельности (или отрасли) в сравниваемых странах и в Беларуси.

Для этого изучен опыт развитых зарубежных стран в области использования различных видов топливно-энергетических ресурсов, имеющих сходные условия (климатические условия, численность населения и др.) с Республикой Беларусь. В качестве таких выбраны развитые страны Европейского союза (Германия, Франция, Финляндия, Швеция), страны ЕС – бывшие члены Совета экономической взаимопомощи (СЭВ) (Чехия, Словакия, Польша) [11].

Уровень потребления электрической энергии по ряду видов экономической деятельности в республике значительно ниже, чем в развитых европейских странах, имеющих схожие условия. При этом чем больше разница в доле электрической энергии в структуре конечного потребления ТЭР между развитыми странами (столбец 2 табл. 1) и Республикой Беларусь (столбец 3 табл. 1) по каждому виду деятельности, тем выше потенциал ее наращивания. Однако одного показателя недостаточно для однозначного выбора того или иного вида экономической деятельности как перспективного с точки зрения увеличения электропотребления. Необходим масштабный фактор, который учитывает вес каждого вида деятельности в структуре конечного потребления. Им является доля потребления ТЭР по данному виду экономической деятельности (столбец 4 табл. 1) в структуре конечного потребления энергоресурсов в стране. Чем выше процент потребления ТЭР указанным видом деятельности в структуре экономики страны, тем выше технический потенциал роста потребления электрической энергии.

Значения обоих показателей прямо пропорциональны потенциалу наращивания потребления электрической энергии, поэтому произведение этих параметров даст параметр (ранг), который позволит сравнить потенциал наращи-

вания потребления электрической энергии для каждого отдельного вида экономической деятельности. Иными словами, виды деятельности могут быть проранжированы по значимости. Значения вычисленных степеней отличия приведены в столбце 5 табл. 1.

Таблица 1

**Расчет степеней отличия для оценки возможного вклада
в увеличение электропотребления**
**Calculation of degrees of difference for assessing the possible contribution
to the increase in electricity consumption**

Вид экономической деятельности	Перспективная доля электроэнергии в структуре конечного потребления ТЭР по исследуемым странам, %	Республика Беларусь		Степень отличия
		Доля электроэнергии в структуре конечного потребления ТЭР, %	Доля потребления ТЭР по видам экономической деятельности в структуре конечного потребления ТЭР, %	
1	2	3	4	5
Конечное потребление по видам деятельности	33,45	14,61	100,00	–
Промышленность	35,92	26,59	22,79	–
Горнодобывающая промышленность	80,47	55,88	0,18	4,43
Строительство	27,57	15,53	0,83	9,99
Черная металлургия	44,41	52,15	1,92	–14,86
Нефтехимическая промышленность	53,08	33,20	5,07	100,79
Цветная металлургия	82,26	16,7	0,05	3,28
Производство неметаллических изделий	27,21	12,70	5,51	79,95
Транспортное машиностроение	66,67	35,19	0,56	17,63
Машиностроение	72,28	36,36	1,87	67,17
Пищевая промышленность	48,66	21,83	3,54	94,98
Бумажная промышленность	32,42	19,03	1,49	19,95
Деревообрабатывающая промышленность	40,48	24,50	1,28	20,45
Текстильно-кожевенная промышленность	48,54	34,75	0,61	8,41
Другие отрасли	56,74	0,00	0,10	5,67
Транспорт	5	3,26	18,63	
Местная авиация	0,00	0,00	0,08	0,00
Дорожный транспорт	1,9	0,49	15,82	22,31
Железные дороги	94,83	29,17	1,11	72,88
Трубопроводный транспорт	16,8	12,78	1,61	6,47
Местный водный транспорт	0,00	0,00	0,01	0,00
Другие сферы транспорта	13,73	0,00	0,00	0,00
Другие отрасли	52,19	18,04	44,04	
Бытовой сектор	50,41	10,66	29,07	1155,53
Торговля и услуги	60,42	45,81	8,90	130,03
Сельское хозяйство	19,24	12,57	6,06	40,42
Другие секторы	14,23	0,00	0,00	0,00

Степень отличия вычислим по формуле

$$R = S_{\text{ТЭР РБ}} \cdot (S_{\text{ЭЭ ПЕРСП}} - S_{\text{ЭЭ РБ}}),$$

где R – степень отличия; $S_{\text{ТЭР РБ}}$ – доля потребления ТЭР по видам экономической деятельности в структуре конечного потребления ТЭР в Республике Беларусь, %; $S_{\text{ЭЭ ПЕРСП}}$ – перспективная доля электроэнергии в структуре конечного потребления ТЭР по видам экономической деятельности по исследуемым странам, %; $S_{\text{ЭЭ РБ}}$ – доля электроэнергии в структуре конечного потребления ТЭР по видам экономической деятельности в Республике Беларусь, %.

Значения степеней отличия берутся с учетом знака. «Минус» означает, что уровень электрификации по указанному виду деятельности в республике выше, чем в сравниваемых странах.

Для наглядности отсортированные по рассчитанным степеням отличия виды деятельности занесены в табл. 2 в порядке убывания их значимости и проранжированы.

Таблица 2

Виды экономической деятельности, проранжированные по величине возможного увеличения электропотребления
Types of economic activities ranked by the amount of possible increase in electricity consumption

Вид экономической деятельности	Степень отличия	Ранг
Бытовой сектор	1155,53	1
Торговля и услуги	130,03	2
Нефтехимическая промышленность	100,79	3
Пищевая промышленность	94,98	4
Производство неметаллических изделий	79,95	5
Железные дороги	72,88	6
Машиностроение	67,17	7
Сельское хозяйство	40,42	8
Дорожный транспорт	22,31	9
Деревообрабатывающая промышленность	20,45	10
Бумажная промышленность	19,95	11
Транспортное машиностроение	17,63	12
Строительство	9,99	13
Текстильно-кожевенная промышленность	8,41	14
Трубопроводный транспорт	6,47	15
Горнодобывающая промышленность	4,43	16
Цветная металлургия	3,28	17
Местная авиация	0,0	18
Местный водный транспорт	0,0	19
Черная металлургия	-14,86	20

Таким образом, в структуре промышленного производства в Республике Беларусь наиболее перспективными видами экономической деятельности, с точки зрения увеличения доли электроэнергии в структуре конечного потребления энергоресурсов, являются: нефтехимическая промышленность, пищевая промышленность, производство неметаллических изделий, деревообрабатывающая промышленность, бумажная промышленность, машиностроение и транспортное машиностроение.

Расчет технически возможного потенциала увеличения потребления электроэнергии в структуре конечного потребления энергоресурсов (табл. 3) рассчитаем по формуле

$$TP_{ЭЭ РБ} = C_{ЭЭ РБ} \cdot \left(\frac{S_{ЭЭ ПЕРСП}}{S_{ЭЭ РБ}} - 1 \right),$$

где $TP_{ЭЭ РБ}$ – технически возможный потенциал увеличения электропотребления в структуре конечного потребления, млн кВт·ч; $C_{ЭЭ РБ}$ – потребление электроэнергии по видам экономической деятельности в Республике Беларусь, млн кВт·ч.

Таблица 3

Расчет технически возможного потенциала увеличения конечного потребления электроэнергии по видам деятельности [11]

Calculation of technically possible potential to increase final electricity consumption by type of activity [11]

Наименование показателя	Потребление электроэнергии в республике, тыс. т н. э.	Потребление электроэнергии в республике, млн кВт·ч	Текущая доля электроэнергии в структуре конечного потребления ТЭР, %	Перспективная доля электроэнергии в конечном потреблении, %	Прогнозное потребление электроэнергии в республике к 2050 г., млн кВт·ч	Технически возможный потенциал увеличения электропотребления в структуре конечного потребления, млн кВт·ч
Нефтехимическая промышленность	327	3803,01	33,2	53,08	6080,23	2277
Пищевая промышленность	150	1744,5	21,83	48,66	3888,56	2144
Производство неметаллических изделий	136	1581,68	12,7	27,21	3388,78	1807
Машиностроение	132	1535,16	36,36	72,28	3051,74	1517
Транспортное машиностроение	38	441,94	35,19	66,67	837,29	395
Деревообрабатывающая промышленность	55	639,65	19,03	32,42	1089,72	450
Бумажная промышленность	61	709,43	24,50	40,48	1172,15	463
Сельское хозяйство	148	1721,24	12,57	19,24	2634,58	913
Сфера услуг	792	9210,96	45,81	60,42	12148,57	2937
Суммарный прирост			12903			

Таким образом, возможное увеличение доли электрической энергии в структуре конечного потребления ТЭР по выбранным видам экономической деятельности в промышленном секторе до уровня развитых европейских стран может составить более 9 млрд кВт·ч в год. При увеличении доли электроэнергии в структуре конечного потребления энергоресурсов до уровня развитых европейских стран потенциал увеличения потребления электрической энергии в сельском хозяйстве находится на уровне 0,9 млрд кВт·ч в год, в сфере услуг – 2,9 млрд кВт·ч (табл. 3) [12].

Технически возможный потенциал увеличения электропотребления может быть достижим к 2050 г. за счет роста объемов производимой продукции (ОПП) и создания новых энергоемких производств. Сведения об изменении объемов производимой продукции по исследуемым видам экономической деятельности в 2016–2020 гг. представлены в табл. 4.

Таблица 4

Динамика объемов производимой продукции по исследуемым видам экономической деятельности в 2016–2020 гг. [13]

Dynamics of production volumes by types of economic activity in 2016–2020 [13]

Вид экономической деятельности (ОКЭД-2011)	2016 г.		2017 г.		2018 г.		2019 г.		2020 г.	
	ОПП, млн руб.	ОПП, млн руб.	Темп роста, %	ОПП, млн руб.	Темп роста, %	ОПП, млн руб.	Темп роста, %	ОПП, млн руб.	Темп роста, %	
Нефтехимическая промышленность	21289,7	25227,0	118,5	30623,9	121,4	28590,7	93,4	22894,6	80,1	
Пищевая промышленность	25682,9	27092,3	105,5	28010,9	103,4	28800,3	102,8	30723,8	106,7	
Производство неметаллических изделий	7595,2	8363,5	110,1	8428,9	100,8	8266,7	98,1	8376,1	101,3	
Машиностроение	13691,3	15845,1	115,7	18216,2	115,0	17721,5	97,3	17594,2	99,3	
Транспортное машиностроение	3266,0	3193,1	97,8	3846,0	120,5	5097,1	132,5	5379,6	105,5	
Деревообрабатывающая и бумажная промышленность	3913,8	4546,8	116,2	5697,6	125,3	5912,9	103,8	6274,2	106,1	
Сельское хозяйство	19968,1	23175,3	116,1	24034,1	103,7	26881,9	111,9	29283,6	108,9	
Сфера услуг:										
– услуги по временному проживанию	298,4	321,6	107,8	356,1	110,7	391,4	109,9	331,4	84,7	
– информация и связь	2424,2	2700,3	111,4	2963,2	109,7	3272,7	110,4	3560,5	108,8	

Анализ табл. 4 позволяет сделать вывод, что наиболее значимыми, с точки зрения увеличения электропотребления посредством роста объемов производимой продукции, являются деревообрабатывающая и бумажная промышленность (темп роста за 5 лет – 160,31 % при технически возможном потенциале увеличения электропотребления 913 млн кВт·ч), а также транспортное машиностроение (темп роста за 5 лет – 164,71 % при технически возможном потенциале увеличения электропотребления 395 млн кВт·ч).

Потенциал увеличения электропотребления энергетическом секторе не рассматривался в данном исследовании по причине того, что на сегодняшний день технический потенциал по установке электродкотлов в Белорусской энергосистеме исчерпан. Таким образом, прирост электропотребления посредством установки электродкотлов возможен путем использования данных технологий в реальном секторе экономики и жилом фонде.

Оценку затрат на реализацию мероприятий по увеличению электропотребления выполним посредством решения оптимизационной задачи, направленной на минимизацию капитальных затрат на реализацию мероприятий по увеличению электропотребления с достижением технически возможного потенциала увеличения электропотребления.

Целевая функция

$$Z = \sum_{i=1}^n Z_i^{yd} \times X_i \rightarrow \min,$$

где Z – капитальные затраты на реализацию мероприятий по увеличению электропотребления, млн дол. США; Z_i^{yd} – удельные капитальные затраты на реализацию мероприятия по увеличению электропотребления, дол. США/ед. продукции/год; X_i – плановый объем производства.

Ограничения:

– прирост электропотребления должен быть не ниже технически возможного потенциала увеличения электропотребления

$$\Pi_{\text{э}} = \sum_{i=1}^n \Pi_{\text{э},i}^{yd} \times X_i \geq \Delta \Pi_{\text{э}},$$

где $\Pi_{\text{э}}$ – потенциальное увеличение потребления электроэнергии от реализации мероприятий, млн кВт·ч; $\Pi_{\text{э},i}^{yd}$ – удельное потребление электроэнергии на производство единицы продукции, кВт·ч/ед. продукции; $\Delta \Pi_{\text{э}}$ – технически возможный потенциал увеличения электропотребления до 2050 г., млн кВт·ч;

– ограничение по объему выпускаемой продукции

$$X_{\min} \leq X_i \leq X_{\max},$$

где X_{\min} – минимальный объем выпускаемой продукции, определенный исходя из перечня потенциальных к реализации инвестиционных проектов; X_{\max} – максимальный объем выпускаемой продукции (определяется оценочно).

Исходные данные по различным мероприятиям в промышленном секторе (производительность, капитальные затраты, увеличение электропотребления) подготовлены на основе анализа планируемых к реализации инвестиционных проектов в Республики Беларусь и зарубежных странах (преимущественно Российской Федерации).

Поскольку оптимизационная функция из перечня мероприятий отдает предпочтение тем, реализация которых потребует наименьших капитальных затрат, может возникнуть ситуация, когда в результате решения пред-

лагается увеличение производственных мощностей по отдельным мероприятиям до уровня, в значительной мере превышающего внутренний спрос и возможности реализации данной продукции на внешние рынки.

В связи с этим было принято решение об использовании сценарного подхода при работе с оптимизационной моделью; при этом сценарии ограничивали максимальный объем выпускаемой продукции по каждому мероприятию в соответствии с потребностями рынка.

На основании проведенных расчетов авторами было установлено, что три сценария являются необходимым и достаточным условием для принятия долгосрочных решений.

Таблица 5

Оценка затрат на реализацию мероприятий по увеличению электропотребления в промышленном секторе [14]

Estimated costs of implementing measures to increase electricity consumption in the industrial sector [14]

Наименование отрасли промышленности	Увеличение потребления электроэнергии, млн кВт·ч	Капитальные затраты, млн дол. США, в ценах 2020 г.		
		Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3
Нефтехимическая промышленность	2277	8301,5	6954,6	6266,6
Транспортное машиностроение	395	758	609,5	461
Производство неметаллических изделий	1807	3626,6	3311,9	3171,6
Деревообрабатывающая промышленность	450	794,8	625,4	577,3
Бумажная промышленность	463	1280,4	1280,4	1280,4
Пищевая промышленность	2144	5232,2	3970,2	3226,6

В табл. 5 представлены результаты оценки затрат на реализацию мероприятий по увеличению электропотребления в промышленном секторе на основе разработанных сценариев, предусматривающих различный уровень увеличения объема производимой той или иной продукции с целью минимизации суммарных затрат.

В качестве примера приведем результаты оценки затрат на реализацию мероприятий по увеличению электропотребления в деревообрабатывающей промышленности в рамках разработанных сценариев (табл. 6).

Для повышения электропотребления сельскохозяйственным организациям следует рассматривать мероприятия, связанные с расширением использования электроэнергии в современных сельскохозяйственных тепличных комплексах.

В транспортном секторе, согласно информации РУП «ПО «Белоруснефть», оценочные затраты на создание зарядной инфраструктуры для электромобильного транспорта на перспективу до 2050 г. составляют 1300 млн дол. США. Объемы и финансирование закупки городского электротранспорта производства Республики Беларусь предусматриваются в рамках Государственной программы «Транспортный комплекс» на пятилетний период.

Таблица 6

Оценка затрат на реализацию мероприятий по увеличению электропотребления
в деревообрабатывающей промышленности [14]Estimated costs of implementing measures to increase electricity consumption
in the woodworking industry [14]

Мероприятие	Производительность (в год), тыс. м ³			Увеличение потребления электроэнергии, млн кВт·ч			Капитальные затраты, млн дол. США, в ценах 2020 г.		
	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3
Производство древесно-стружечных и ламинированных плит	459,3	250	250	70,3	38,3	38,3	310,5	169	169
Организация нового лесопильного и пеллетного производства	591	788	985	94,6	126,1	157,6	66,2	88,3	110,3
Увеличение объема выпуска фанеры и ГКД	600	327,3	200	120	65,5	40,0	240,3	131,1	80,1
Строительство деревообрабатывающего завода	810	1080	270	22,1	29,4	7,4	34,7	46,2	11,6
Строительство цеха по производству шпона и фанеры	540	720	773,8	135,6	180,8	194,3	137,7	183,6	197,3
Создание производства по выпуску пиломатериалов	72	96	120	7,5	10,0	12,5	5,4	7,2	9,0
ИТОГО				450	450	450	794,8	625,4	577,3

Что касается стоимости электрификации железнодорожных участков, то, по информации Белорусской железной дороги, ориентировочная стоимость электрификации 1 км железнодорожных путей составляет 1 млн дол. США. Таким образом, электрификация запланированных до 2030 г. 818 км путей составит около 818 млн дол. США.

Объемы и финансирование строительства жилых домов с использованием электроэнергии для нужд отопления, горячего водоснабжения и пищевого приготовления устанавливаются на пятилетний период в соответствии с целевыми показателями Государственной программы «Строительство жилья».

Согласно статистическим данным, фактические объемы строительства такого жилья составили: за 2021 г. – 110,597 тыс. кв. м (задание на год не доводилось), за 2022 г. – 381,051 тыс. кв. м (177 % от задания), за 2023 г. – 552,881 тыс. кв. м (251,4 % от задания), за I полугодие 2024 г. – 220,656 тыс. кв. м (55,1 % от задания на год), всего за период 2021 г. – I полугодие 2024 г. – 1 265,185 тыс. кв. м (63,3 % от задания на пятилетку).

С учетом изложенного реальные параметры ввода в эксплуатацию электродомов в 2026–2030 гг. можно оценить, как и в предшествующем периоде, в объеме порядка 2 млн кв. м, что позволит обеспечить прирост электропотребления в объеме около 300 млн кВт·ч в год.

ВЫВОДЫ

1. Проведенный анализ показывает, что для повышения электропотребления по ряду видов экономической деятельности производство отдельной категории продукции необходимо существенно повысить. Это может, с одной стороны, выступить инструментом импортозамещения и, с другой стороны, повысить экспортный потенциал Республики Беларусь.

2. Для оценки целесообразности наращивания экспортного потенциала необходимо наряду с оценкой емкости национального рынка оценить предполагаемые рынки сбыта и объемы поставки на них отечественной продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мороз, Д. Р. Моделирование потребления электроэнергии промышленными предприятиями с неоднозначной взаимосвязью между электропотреблением и отчетным выпуском продукции / Д. Р. Мороз, Е. Л. Шенец // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. 2007. № 6. С. 20–31.
2. Таболов, А. Г. Методические подходы к анализу и прогнозу энергоемкости ВВП в Республике Беларусь / А. Г. Таболов // Белорусский экономический журнал. 2011. № 3. С. 58–64.
3. Некрасов, С. А. Стимулирование электропотребления регионов-аутсайдеров – необходимое условие структурной устойчивости России / С. А. Некрасов // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. 2023. Т. 66, № 2. С. 186–200. <https://doi.org/10.21122/1029-7448-2023-66-2-186-200>.
4. Повышение эффективности планирования как основа управления инвестиционной деятельностью промышленного предприятия / Е. Л. Чазов // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. 2019. Т. 62, № 1. С. 88–100. <https://doi.org/10.21122/1029-7448-2019-62-1-88-100>.
5. Ковалев, М. М. Будущее белорусской энергетики на фоне глобальных трендов / М. М. Ковалев, А. С. Кузнецов. Минск: Изд. центр БГУ, 2018. 223 с.
6. Заборовский, А. М. Энергетика 2030: глобальные тренды и национальная энергетическая политика / А. М. Заборовский, М. М. Ковалев, А. С. Кузнецов. Минск: Изд. центр БГУ, 2013. 150 с.
7. Самарин, О. Д. Сравнительная экономическая эффективность энергосберегающих мероприятий / О. Д. Самарин // Сантехника, Отопление, Кондиционирование (С. О. К.). 2004. № 3. URL: <https://www.c-o-k.ru/articles/sravnitel-naya-ekonomicheskaya-effektivnost-energo-sberegayuschih-meropriyatiy>.
8. Матвеев, В. В. Параметрическая оценка стоимости инновационного проекта в сфере промышленного строительства / В. В. Матвеев // Инновации. 2007. № 4 (102). С. 89–91.
9. Малыгин, Н. А. Управление стоимостью инвестиционно-строительного проекта: параметрическая оценка / Н. А. Малыгин // Контентус. 2016. № 7. С. 90–96. URL: <http://kontentus.ru/wp-content/uploads/2016/07/%D0%9C%D0%B0%D0%BB%D1%8B%D0%B3%D0%B8%D0%BD-%D0%9D.%D0%90..pdf> (дата обращения: 24.07.2024).
10. Курзюкова, Ф. В. Структура затрат и факторы стоимости проекта / Ф. В. Курзюкова, Г. И. Юрковская // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. 2008. № 1. С. 189–194.
11. World Energy Balances // IEA. URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/world-energy-balances> (date of access: 24.07.2024).
12. Определение технически возможного потенциала увеличения электропотребления до 2050 г. в отраслях экономики Республики Беларусь (транспорт, промышленность, жилищный сектор, сфера услуг и др.): Отчет о НИР (промежуточ.) / Институт энергетики НАН Беларуси; рук. А. А. Михалевич. Минск, 2023. 82 с. № ГР 20231119.
13. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной статистической информации. URL: <https://dataportal.belstat.gov.by/osids/home-page> (date of access: 24.07.2024).
14. Оценка уровня затрат на реализацию мероприятий по увеличению электропотребления в различных отраслях экономики Республики Беларусь (транспорт, промышленность,

жилищный сектор, сфера услуг и др.): Отчет о НИР (промежуточ.) / Институт энергетики НАН Беларуси; рук. А. А. Михалеви́ч. Минск, 2024. 45 с. № ГР 20231119.

Поступила 09.09.2024 Подписана в печать 23.01.2025 Опубликована онлайн 30.05.2025

REFERENCES

1. Moroz D. R., Shenets E. L. (2007) Modeling of Electric Power Consumption by Industrial Enterprises with Ambiguous Interrelation between Power Consumption and Report Output. *Energetika. Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii i Energeticheskikh Ob'edinenii SNG = Energetika. Proceedings of CIS Higher Education Institutions and Power Engineering Associations*, (6), 20–31 (in Russian).
2. Tabolov A. G. (2011) Methodological Approaches to Analysis and Projection of GDP Power Intensity in the Republic of Belarus. *Belarusian Economic Journal*, (3), 58–64 (in Russian).
3. Nekrasov S. A. (2023) Stimulating Electricity Consumption in Outsider Regions is a Necessary Condition for the Structural Stability of Russia. *Energetika. Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii i Energeticheskikh Ob'edinenii SNG = Energetika. Proceedings of CIS Higher Education Institutions and Power Engineering Associations*, 66 (2), 186–200. <https://doi.org/10.21122/1029-7448-2023-66-2-186-200> (in Russian).
4. Chazov E. L., Grakhov V. P., Krivorotov V. V., Simchenko O. L. (2019) Improving the Efficiency of Planning. *Energetika. Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii i Energeticheskikh Ob'edinenii SNG = Energetika. Proceedings of CIS Higher Education Institutions and Power Engineering Associations*, 62 (1), 88–100. <https://doi.org/10.21122/1029-7448-2019-62-1-88-100> (in Russian).
5. Kovalev M. M., Kuznetsov A. S. (2018) *The Future of the Belarusian Energy Industry Against the Background of Global Trends*. Minsk, BSU Publishing Center. 223 (in Russian).
6. Zaborovsky A. M., Kovalev M. M., Kuznetsov A. S. (2013) *Energy 2030: Global Trends and National Energy Policy*. Minsk, BSU Publishing Center. 150 (in Russian).
7. Samarin O. D. (2004) Comparative Economic Efficiency of Energy-Saving Measures. *Santekhnika, Otoplenie, Konditsionirovanie (S. O. K.)* [Plumbing, Heating, Air Conditioning], (3). URL: <https://www.c-o-k.ru/articles/sravnitel-naya-ekonomicheskaya-effektivnost-energosome-regayuschih-meropriyatii> (in Russian).
8. Matveev V. V. (2007) Parametric Estimation of the Cost of an Innovative Project in the Field of Industrial Construction. *Innovations*, (4), 89–91 (in Russian).
9. Malygin N. A. (2016) Management of the Cost of an Investment and Construction Project: Parametric Assessment. *Kontentus*, (7), 90–96. Available at: <http://kontentus.ru/wp-content/uploads/2016/07/%D0%9C%D0%B0%D0%BB%D1%8B%D0%B3%D0%B8%D0%BD-%D0%9D.%D0%90..pdf> (дата обращения: 24.07.2024). (in Russian).
10. Kuzukova F. V., Yurkovskaya G. I. (2008) The Structure of Project Cost and factors of Project Value. *Vestnik Sibirskogo Gosudarstvennogo Aerokosmicheskogo Universiteta imeni akademika M. F. Reshetneva Siberian Aerospace Journal*, (1), 189–194 (in Russian).
11. World Energy Balances. *IEA*. Available at: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/world-energy-balances> (accessed 24 July 2024).
12. Mikhalevich A. A. (head), Institute of Energy of the National Academy of Sciences of Belarus (2023) Determination of the Technically Possible Potential for Increasing Electricity Consumption by 2050 in the Sectors of the Economy of the Republic of Belarus (Transport, Industry, Housing, Services, etc.): Research Report (Interim). State Registration No. GR 20231119. Minsk, 82. (in Russian).
13. *Official Statistical Information. The Interactive Information and Analytical System for Disseminating Official Statistical Information*. URL: <https://dataportal.belstat.gov.by/osids/homepage> (accessed 24 July 2024) (in Russian).
14. Mikhalevich A. A. (head), Institute of Energy of the National Academy of Sciences of Belarus (2024) Assessment of the Cost Level for the Implementation of Measures to Increase Electricity Consumption in Various Sectors of the Economy of the Republic of Belarus (Transport, Industry, Housing, Services, etc.): Research Report (Interim). State Registration No. GR 20231119. Minsk, 45 (in Russian).

Received: 09 September 2024

Accepted: 23 January 2025

Published online: 30 May 2025