

Моделирование стратегий достижения устойчивого развития электроэнергетики Республики Беларусь: сценарный подход

Modelling of achievement strategy of sustainable development of power industry of Republic of Belarus: scenario approach

Зорина Татьяна Геннадьевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры логистики и ценовой политики Белорусского государственного экономического университета

Zorina Tatsiana, PhD in Economic sciences, Associate Professor, associate professor in the Department of logistics and price policy of Belarus State Economic University
e-mail: tanyazorina@tut.by

Аннотация

Данная статья посвящена вопросам моделирования стратегий достижения устойчивого развития электроэнергетики. Автором предложена методика оценки уровня устойчивого развития отрасли и осуществлена его диагностика за 1995–2013 гг., выявлены наиболее перспективные стратегии достижения устойчивого развития, в том числе: использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ); развитие атомной энергии; реструктуризация отрасли путем формирования оптового электроэнергетического рынка. В статье представлены 8 сценариев функционирования энергетических мощностей Белорусской энергосистемы в 2013–2020 гг., основанные на комбинировании вышеперечисленных стратегий, осуществлен прогноз стоимости отдельных видов топлива до 2020 г., смоделирована перспективная структура выработки электроэнергии. Для каждого из сценариев осуществлен прогноз индекса устойчивого развития отрасли, и на этой основе сделаны выводы относительно целесообразности применения стратегий достижения устойчивого развития электроэнергетики.

Ключевые слова: индекс устойчивого развития электроэнергетики, возобновляемые источники энергии, атомная электростанция, реструктуризация электроэнергетики, стратегия достижения устойчивого развития, моделирование функционирования энергетических мощностей.

Abstract

This article deals with modeling issues of achievement strategy of the sustainable development of the power industry. The author offers an assessment technique of the level of the sustainable development of this branch and its diagnostics for 1995–2013 is carried out, the most perspective achievement strategies of the sustainable development are revealed, including the use of RES; development of atomic energy; restructuring of the branch by the formation of the wholesale electrical power market. In the article 8 scenarios of functioning of power capacities of the Belarusian power supply system in 2013–2020 based on the combination of use of above-mentioned strategies are presented; the forecast of cost of separate types of fuel till 2020 is carried out, the perspective structure of power generation is simulated. By results of forecasting for each of scenarios the forecast of a sustainable development index of the branch is carried out, and on this basis conclusions concerning expediency of application of sustainable development achievement strategy in the power industry are drawn.

Keywords: index of the sustainable development of power industry, renewables, nuclear power plant, restructuring of power industry, achievement strategy of the sustainable development, modeling of functioning of power capacities.

Поступила в редакцию / Received: 16.03.2016

Web: <http://elibrary.miu.by/journals/item.eiup/issue.45/article.4.html>

Введение

Электроэнергетика – это стратегическая отрасль, состояние которой отражается на уровне развития государства в целом. В настоящее время электроэнергетика является наиболее стабильно работающим комплексом белорусской экономики. Предприятиями отрасли обеспечено эффективное, надежное и устойчивое энергоснабжение потребителей республики без аварий и значительного экологического ущерба.

Приоритетом энергетической политики нашего государства является повышение эффективности использования энергии как средство для снижения затрат общества на энергоснабжение, обеспечения устойчивого развития страны, повышения конкурентоспособности производительных сил и охраны окружающей среды.

Для оценки устойчивого развития электроэнергетики автором был разработан индекс устойчивого раз-

вития. Он позволяет оценить текущий уровень устойчивого развития отрасли и проследить его динамику за ряд лет. В индексе сбалансированы показатели по внешним и внутренним факторам. Оценивать устойчивое развитие можно как в целом, так и по отдельным факторам и подсистемам показателей.

Методика расчета индекса устойчивого развития электроэнергетики включает в себя ряд последовательных этапов.

1. Выбор показателей для оценки устойчивого развития электроэнергетики.
2. Классификация показателей и определение методики их расчета.
В таблице 1 представлена классификация показателей устойчивого развития электроэнергетики.
3. Сбор базы данных для расчета индекса устойчивого развития электроэнергетики.
4. Определение веса показателей.

Таблица 1 – Система показателей, характеризующих устойчивое развитие электроэнергетики

Факторы	Внешние		Внутренние	
	Наличие ресурсов	Направления социально-экономического развития	Спрос на энергоресурсы	Энергобезопасность
Экономический	Доля собственного производства электроэнергии в общем потреблении электроэнергии	Коэффициент опережения развития отрасли	Уровень рентабельности продаж	Доля недоминирующих энергоресурсов в отрасли
Технологический	Доступность кредитных ресурсов	Уровень инвестиций в отрасль	Удельный расход топлива	Доля резервных мощностей в общем объеме мощностей в отрасли
Социальный	Уровень занятости	Уровень образования	Доступность электроэнергии для населения	Эффективность преобразования и распределения электроэнергии
Экологический	Уровень экологически чистого производства	Уровень здоровья на производстве	Коэффициент сокращения потребления энергоресурсов в отрасли	Уровень выбросов CO ₂ в отрасли

Источник: [1]

Таблица 2 – Расчет показателей и индекса устойчивого развития электроэнергетики Республики Беларусь за 2005–2013 гг.

Показатель	Вес	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Экономические	0,250	0,455	0,479	0,480	0,467	0,519	0,480	0,415	0,458	0,452
Доля собственного производства электроэнергии в общем электропотреблении	0,285	0,885	0,879	0,880	0,950	0,872	0,928	0,852	0,802	0,832
Коэффициент опережения развития отрасли	0,194	0,876	0,968	1,067	0,892	1,131	1,044	0,867	0,946	0,982
Уровень рентабельности продаж	0,306	0,085	0,098	0,066	0,054	0,037	0,022	0,000	0,127	0,057
Доля недоминирующих энергоресурсов в отрасли	0,215	0,032	0,050	0,010	0,031	0,183	0,029	0,017	0,033	0,033
Технологические	0,250	0,526	0,531	0,535	0,544	0,539	0,542	0,490	0,412	0,517
Доступность кредитных ресурсов	0,267	0,867	0,900	0,900	0,900	0,867	0,886	0,633	0,434	0,601
Уровень инвестиций в отрасль	0,276	0,155	0,142	0,135	0,170	0,166	0,186	0,212	0,122	0,294
Удельный расход топлива	0,285	0,548	0,553	0,571	0,598	0,575	0,589	0,588	0,577	0,599
Доля резервных мощностей в общем объеме мощностей в отрасли	0,172	0,556	0,548	0,548	0,502	0,568	0,504	0,551	0,572	0,610
Социальные	0,250	0,584	0,584	0,582	0,585	0,583	0,586	0,590	0,591	0,590
Уровень занятости	0,210	0,009	0,009	0,010	0,010	0,011	0,011	0,010	0,010	0,010
Уровень образования	0,198	0,127	0,127	0,109	0,113	0,113	0,113	0,127	0,127	0,130
Доступность электроэнергии для населения	0,372	0,974	0,978	0,978	0,978	0,977	0,982	0,984	0,990	0,984
Эффективность преобразования и распределения электроэнергии	0,220	0,883	0,879	0,883	0,894	0,885	0,892	0,894	0,889	0,894
Экологические	0,250	0,276	0,285	0,295	0,286	0,301	0,281	0,311	0,299	0,301
Уровень экологически чистого производства	0,404	0,023	0,030	0,031	0,031	0,032	0,032	0,032	0,028	0,035
Уровень здоровья на производстве	0,138	0,998	0,997	0,997	0,996	0,994	0,995	0,981	0,968	0,973
Коэффициент сокращения потребления энергоресурсов в отрасли	0,156	0,006	0,000	0,041	0,000	0,083	0,000	0,076	0,017	0,009
Уровень выбросов CO ₂ в отрасли	0,302	0,425	0,448	0,459	0,450	0,455	0,433	0,500	0,500	0,501
Индекс устойчивого развития электроэнергетики		0,460	0,470	0,473	0,471	0,485	0,472	0,452	0,440	0,465

Источник: составлено автором на основе [2], [3].

- Расчет групповых показателей, характеризующих различные составляющие устойчивого развития.
- Расчет индекса устойчивого развития электроэнергетики.

В таблице 2 представлен расчет показателей и индекса устойчивого развития Республики Беларусь за 2005–2013 гг.

Как видно из таблицы 2, в целом в 2015 г. по сравнению с 2005 г. индекс устойчивого развития электроэнергетики увеличился на 1,09%. Наиболее высокого уровня

устойчивого развития электроэнергетика достигла в 2009 г. (0,485), наиболее низкий уровень наблюдался в 2012 г. (0,440). С 2009 по 2012 г. уровень устойчивого развития постепенно снижался.

Согласно Национальной стратегии социально-экономического развития Беларуси до 2020 г., наиболее перспективными с точки зрения устойчивого развития для электроэнергетики являются следующие стратегии:

- 1) использование ВИЭ;
- 2) развитие атомной энергии;
- 3) реструктуризация отрасли путем формирования оптового электроэнергетического рынка [4].

Для оценки влияния внедрения данных стратегий на уровень устойчивого развития электроэнергетики Республики Беларусь были рассчитаны 8 сценариев функционирования энергетических мощностей Белорусской энергосистемы в 2014–2020 гг.:

- сценарий 1** – базовый;
- сценарий 2** – ВИЭ;
- сценарий 3** – АЭС;
- сценарий 4** – рынок;
- сценарий 5** – ВИЭ + АЭС;
- сценарий 6** – ВИЭ + рынок;
- сценарий 7** – АЭС + рынок;
- сценарий 8** – АЭС + ВИЭ + рынок.

Расчеты производились при помощи оптимизационной программы MESSAGE (Model for Energy Supply Strategy Alternatives and their General Environmental Impacts), разработанной Международным институтом прикладного системного анализа (IIASA) [5].

В данной программе была построена модель белорусской энергосистемы 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, КПД и др.) параметров.

Оценка влияния каждого из исследуемых сценариев на уровень устойчивого развития осуществлялась при помощи прогноза индекса устойчивого развития в рамках данного сценария. Следует отметить, что различия между уровнями устойчивого развития, характерными для определенного сценария, обусловлены различным влиянием, которое может быть оказано при реализации каждого из исследуемых сценариев на следующие показатели:

- 1) доля недоминирующих энергоресурсов в электроэнергетике (экономическая группа);
- 2) уровень инвестиций в электроэнергетику (технологическая группа);
- 3) удельный расход топлива (технологическая группа);
- 4) доля резервных мощностей в общем объеме мощностей в электроэнергетике (технологическая группа);
- 5) уровень занятости (социальная группа);
- 6) коэффициент сокращения потребления энергоресурсов в электроэнергетике (экологическая группа);
- 7) уровень выбросов CO₂ в электроэнергетике (экологическая группа).

На рисунке 1 представлен индекс устойчивого развития электроэнергетики Республики Беларусь в

2014–2020 гг. при различных сценариях внедрения стратегий.

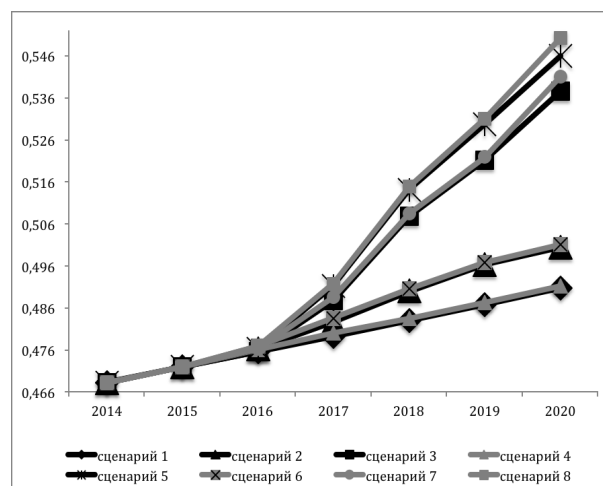


Рисунок 1 – Индекс устойчивого развития электроэнергетики Республики Беларусь в 2014–2020 гг. при различных сценариях внедрения стратегий

Как видно из рисунка 1, до 2016 г. не проявлялось значимых различий в уровне устойчивого развития между различными сценариями. С 2017 по 2020 г. наиболее высокий индекс устойчивого развития характерен для сценария 5 и сценария 8. Это обусловлено тем фактом, что при реализации данных сценариев могут быть достигнуты наиболее высокие результаты в 5 из 7 показателей, на которых внедрение стратегий устойчивого развития оказывает непосредственное влияние: доля недоминирующих энергоресурсов в электроэнергетике; уровень инвестиций в электроэнергетику; доля резервных мощностей в общем объеме мощностей в электроэнергетике; уровень занятости; уровень выбросов CO₂ в электроэнергетике. В 2020 г. наиболее высокий уровень устойчивого развития будет наблюдаться при реализации сценария 8 (0,550), наиболее низкий – при сценарии 1 (0,491). Непрерывный рост уровня устойчивого развития в 2014–2020 гг. будет характерен для каждого из сценариев. Наиболее высокий темп роста за исследуемый период будет присущ сценарию 8 (117,51%) и сценарию 5 (116,9%).

На рисунке 2 представлен групповой показатель, характеризующий экономические факторы при различных сценариях внедрения стратегий устойчивого развития в 2014–2020 гг.

Как следует из рисунка 2, до 2017 г. не наблюдается значительных различий между уровнями группового показателя, характеризующего экономические факторы при различных сценариях. Начиная с 2018 г. значительный рост рассматриваемого показателя наблюдается во всех сценариях, в которых присутствует стратегия «развитие атомной энергии». Данная ситуация вызвана значительным снижением доли электроэнергии, произведенной из доминирующего энергоресурса (природного газа), при внедрении АЭС в 2018–2020 гг. (в 2018 г. по сравнению с 2017 г. доля электроэнергии, произведенной из природного газа, снизится на 20,76%; в 2020 г. по сравнению с 2017 г. – на 39,83%). В 2020 г.

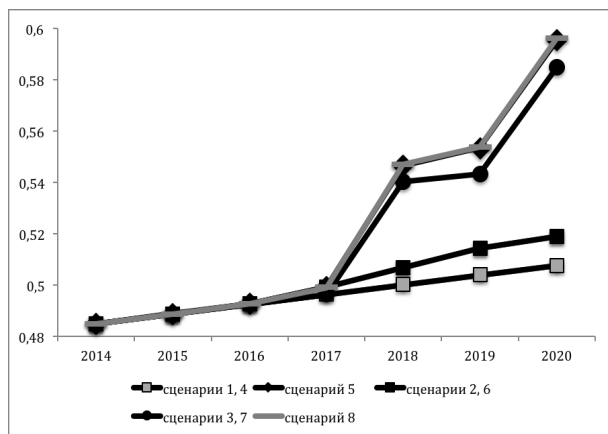


Рисунок 2 – Групповой показатель, характеризующий экономические факторы при различных сценариях внедрения стратегий устойчивого развития в 2014–2020 гг.

наиболее высокий групповой показатель, характеризующий экономические факторы, будет присущ сценарию 8 (0,596), а также сценарию 5 (0,595), наименее высокий – сценарию 1 и сценарию 4 (0,508). Во всех сценариях групповой показатель, характеризующий экономические факторы, увеличивается. Наиболее высокий темп роста имеет место для сценария 8 (122,94%) и сценария 5 (122,75%).

На рисунке 3 представлен групповой показатель, характеризующий технологические факторы при различных сценариях внедрения стратегий устойчивого развития в 2014–2020 гг.

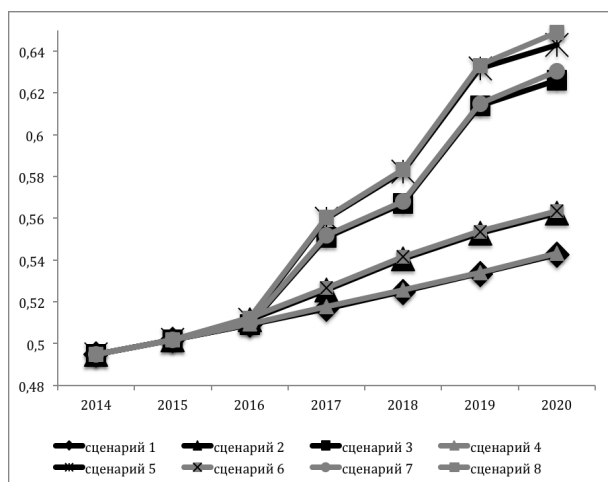


Рисунок 3 – Групповой показатель, характеризующий технологические факторы при различных сценариях внедрения стратегий устойчивого развития в 2014–2020 гг.

Как видно из рисунка 3, значительные различия в уровнях группового показателя, характеризующего технологические факторы, проявляются после 2016 г. Наиболее высокими темпами исследуемый показатель будет расти в сценариях, для которых характерно развитие атомной энергии: в 2017 г. по сравнению с 2016 г. групповой показатель в сценарии 3 увеличится на 8,22%, в сценарии 5 – на 9,43%, в сценарии 7 – на 8,29%,

в сценарии 8 – на 9,43%. Если сравнить темп прироста в сценариях 5 и 7, то можно сделать вывод, что использование ВИЭ оказывает большее влияние на групповой показатель, характеризующий технологические факторы, чем реструктуризация отрасли путем формирования оптового электроэнергетического рынка. Значительное увеличение группового показателя в сценариях, для которых характерно развитие атомной энергии, в первую очередь связано с повышением уровня инвестиций в электроэнергетику при внедрении АЭС: в 2017 г. уровень инвестиций в электроэнергетику в сценарии 3 превосходит аналогичный показатель в сценарии 2 в 1,29 раза, в сценарии 4 – в 1,41 раза. Также значительное влияние ввод АЭС окажет на долю резервных мощностей в электроэнергетике: в 2020 г. в сценарии 3 она будет превосходить исследуемый показатель в сценарии 2 в 1,14 раза, в сценарии 4 – в 1,18 раза. В 2020 г. наиболее высокий групповой показатель, характеризующий технологические факторы, будет наблюдаться в сценарии 8 (0,649) и в сценарии 5 (0,643), наиболее низкий – в сценарии 1 и в сценарии 4 (0,543). В исследуемый период наиболее высокий темп роста группового показателя, характеризующего технологические факторы, имеет место в сценарии 8 (131,13%), в сценарии 5 (129,93%) и в сценарии 7 (127,40%).

На рисунке 4 представлен групповой показатель, характеризующий социальные факторы при различных сценариях внедрения стратегий устойчивого развития в 2014–2020 гг.

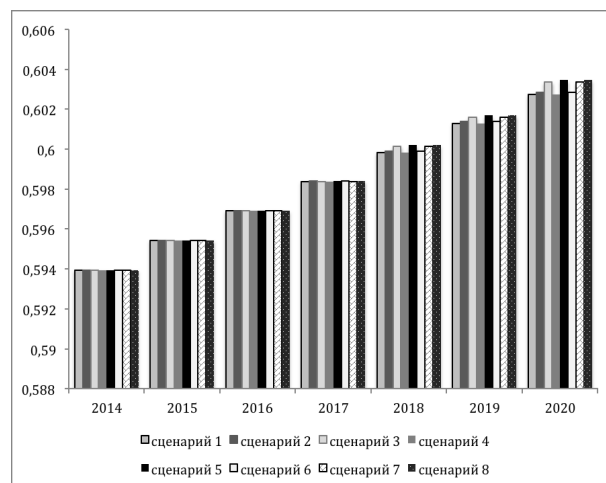


Рисунок 4 – Групповой показатель, характеризующий социальные факторы при различных сценариях внедрения стратегий устойчивого развития в 2014–2020 гг.

Как видно из рисунка 4, до 2018 г. групповой показатель, характеризующий социальные факторы, имеет одинаковый уровень для всех сценариев. Начиная с 2018 г. данный показатель будет более высоким для сценариев, при которых имеет место развитие атомной энергии (сценарии 3, 5, 7, 8). Это связано с тем, что внедрение мощностей АЭС в 2018–2020 гг. вызовет значительное увеличение числа работников в отрасли. Наиболее высокий групповой показатель, характеризующий социальные факторы, в 2020 г. будет наблюдаться в сценарии 8 (0,60346) и сценарии 5 (0,60346), наименее

высокий – в сценарии 1 (0,60274) и сценарии 4 (0,60274). В целом необходимо отметить, что разница между сценариями в данном показателе незначительная. В 2020 г. по сравнению с 2014 г. наибольший темп роста исследуемого показателя будет характерен для сценариев 8 и 5 (101,60%).

На рисунке 5 представлен групповой показатель, характеризующий экологические факторы при различных сценариях внедрения стратегий устойчивого развития в 2014–2020 гг.

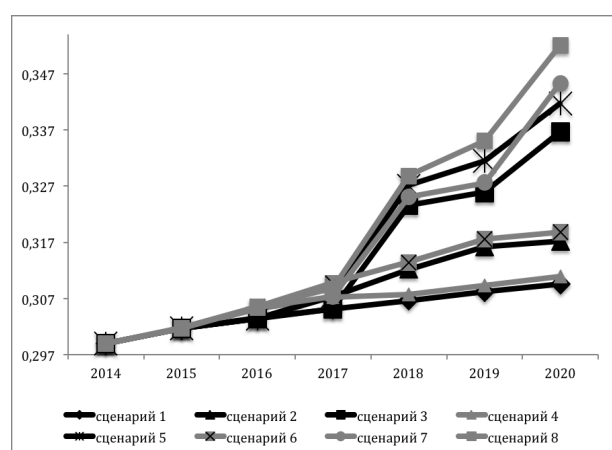


Рисунок 5 – Групповой показатель, характеризующий экологические факторы при различных сценариях внедрения стратегий устойчивого развития в 2014–2020 гг.

Как видно из рисунка 5, различия между сценариями в уровне группового показателя, характеризующего экологические факторы, проявляются в 2016 г. В 2016 г. наиболее высокий групповой показатель будет наблюдаться в сценариях, для которых характерна стратегия «реструктуризация отрасли путем формирования оптового электроэнергетического рынка» – сценарии 4, 6, 7, 8. Это обусловлено тем, что в этот год в данных сценариях будут достигнуты наиболее высокие значения коэффициента потребления энергоресурсов в электроэнергетике и уровня выбросов CO₂ в электроэнергетике. В 2017 г. наиболее высокий групповой показатель, характеризующий экологические факторы, будет иметь место в сценарии 6, поскольку в этот год использование ВИЭ будет оказывать такое же влияние на экологические факторы, как и формирование оптового электроэнергетического рынка. Однако начиная с 2018 г. в сценариях, для которых характерно развитие атомной энергии (сценарии 3, 5, 7, 8), будет наблюдаться значительное повышение исследуемого показателя по сравнению с другими сценариями, что связано с положительным влиянием внедрения АЭС на уровень выбросов CO₂ в электроэнергетике. В 2020 г. наиболее высокий групповой показатель, характеризующий экологические факторы, будет наблюдаться в сценарии 8 (0,352), наиболее низкий – в сценарии 1 (0,310). За исследуемый период наиболее высокий темп роста будет наблюдаться в сценарии 8 (117,77%).

Заключение

На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что при реализации любого из сценариев уровень устойчивого развития электроэнергетики будет увеличиваться в 2014–2020 гг. Наиболее высокий уровень устойчивого развития данной отрасли будет достигнут при сочетании таких стратегий, как использование ВИЭ, развитие атомной энергии и реструктуризация отрасли путем формирования оптового электроэнергетического рынка. На индекс устойчивого развития электроэнергетики, а также на групповые показатели, характеризующие различные факторы, наиболее значимое влияние будет оказывать внедрение АЭС, более умеренным будет влияние использования ВИЭ. Стратегия реструктуризации отрасли путем формирования оптового электроэнергетического рынка будет в наименьшей степени воздействовать на исследуемые показатели в 2014–2020 гг.

Список литературы

- [1] Зорина, Т.Г. Устойчивое развитие энергетики: теория, методология, стратегии: монография / Т.Г. Зорина. – Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing, 2015. – 152 с.
Zorina, T.G. Ustoychivoje razvitiye energetiki: teoriya, metodologiya, strategii: monografiya / T.G. Zorina. – Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing, 2015. – 152 p.
- [2] Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by/>. – Дата доступа: 08.10.2015
Natsional'nyy statisticheskiy komitet Respubliki Belarus' [Electronic resource]. – Mode of access: <http://belstat.gov.by/>. – Date of access: 08.10.2015.
- [3] Энергетический баланс Республики Беларусь / Национальный статистический комитет Респ. Беларусь; редкол.: В.И. Зиновский [и др.]. – Минск, 2014. – 151 с.
Energeticheskiy balans Respubliki Belarus' / Natsional'nyy statisticheskiy komitet Resp. Belarus'; redkol.: V.I. Zinovskiy [i dr.]. – Minsk, 2014. – 151 p.
- [4] Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г. / Нац. комис. по устойчивому развитию Респ. Беларусь; редкол.: Я.М. Александрович и др. – Минск: Юнипак, 2004. – 202 с.
Natsional'naya strategiya ustoychivogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Respubliki Belarus' na period do 2020 g. / Nats. komis. po ustoychivomu razvitiyu Resp. Belarus'; redkol.: Ya.M. Aleksandrovich i dr. – Minsk: Yunipak, 2004. – 202 p.
- [5] Messner, S. User's guide for MESSAGE III: Working paper / S. Messner, M. Strubegger. – Laxenburg: IIASA, 1995. – 155 p.