

ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

2015 **5**
сентябрь-
октябрь

Оценка защищённости объектов
топливно-энергетического комплекса
стр. 5

Алгоритм разработки
перспективных схем энергоснабжения городов
стр. 15

Прогнозирование производства
альтернативной энергии
методом логистического тренда
стр. 22

О внесении изменений в Правила по охране труда при работе на высоте
стр. 43

ISSN 2071-2219



9 772071 221004

ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ



2015
5

Учредитель: Московский институт энергобезопасности и энергосбережения

№ 5 (65) Издаётся с 2005 года. Включен в Перечень ВАК

Совет учредителей:

В. Д. Толмачев
В. Л. Титов
В. М. Гордиенко

Редакционная коллегия:

Главный редактор:
В. Д. Толмачев

Секция безопасности деятельности человека

Председатель: П. В. Косенков

Состав секции:

А. И. Даценко
Б. М. Степанов
А. П. Хаустов
В. И. Энговатов

Секция энергоресурсосбережения и энергоэффективности

Председатель: В. М. Аванесов

Состав секции:

Ю. Ф. Тихоненко
А. П. Щеренко

Секция электро- и теплоснабжения предприятий и городов

Председатель: Ю. Н. Балаков

Состав секции:

К. В. Капелько
Н. В. Белов
В. В. Гудков

Секция теории и методики обучения в энергетике

Председатель: И. С. Растворов

Состав секции:

А. А. Гуров
И. В. Киян
С. В. Семенов

Научный редактор:

Т. Б. Лещинская

Выпускающий редактор:

С. П. Зернес

Корректор:

О. Е. Никитина

Компьютерная верстка и дизайн:

Е. Е. Можжухина

Журнал зарегистрирован Федеральной
службой по надзору в сфере массовых
коммуникаций, связи и охраны
культурного наследия.

Свидетельство о регистрации:

ПИ № ФС 77-28742

от 05 июля 2007г.

ISSN 2071-2219



9 772071 221004

СОДЕРЖАНИЕ

ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ТРУДА

И. И. Лившиц. Оценка защищённости
объектов топливно-энергетического комплекса 5

Е. С. Колечицкий, И. В. Королёв. Анализ способов
заземления проводов ремонтируемой воздушной
линии под наведённым напряжением 11

ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

А. А. Салихов, Ф. Г. Бакиров, Р. А. Салихов. Алгоритм
разработки перспективных схем
энергоснабжения городов 15

Б. В. Корнейчук. Прогнозирование производства
альтернативной энергии методом
логистического тренда 22

О. А. Белоусов, Н. А. Кольтюков, Ю. Т. Зырянов.
Энергосберегающее управление группой мощных
аппаратов с электронагревом 27

А. Ю. Мамонтов, Г. С. Мулява, А. А. Виноградов,
В. И. Идельчик. Математическая модель системы
«животноводческий комплекс - биостанция» 30

ДИАГНОСТИКА И НАДЕЖНОСТЬ ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ

В. В. Барановский, Т. Ю. Короткова, М. Ю. Коновалов.
Обоснование выбора состава оборудования при
модернизации промышленных ТЭС 34

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАЗОВАНИЯ

А. М. Парахин, О. В. Тихонова. Формирование
навыков обеспечения безопасности
в профессиональной сфере 40

УДК 620.91

Прогнозирование производства альтернативной энергии методом логистического тренда

Б. В. Корнейчук,*НИУ «Высшая школа экономики», филиал в г. Санкт-Петербурге,
доктор экономических наук, профессор*

Для прогнозирования доли возобновляемой энергетики и объёмов производства гибридных и электрических автомобилей предложена диффузионная модель логистического тренда. Прогнозы, полученные методом логистического тренда, в среднем близки к прогнозам авторитетных экспертов, что свидетельствует о надёжности метода. Согласно полученным прогнозам, мировой спрос на углеводородное сырьё в электроэнергетике снизится к 2030 г. на одну треть по сравнению с 2012 г., а спрос на бензин – на одну треть уже к 2020 г.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, электромобили, прогнозирование, логистический тренд.

Новые технологии производства энергии становятся все более значимыми для глобального развития, способствуя падению спроса на углеводородное сырьё и создавая условия для решения проблемы загрязнения окружающей среды. Возрастание роли возобновляемых источников энергии в современной экономике делает актуальной задачу разработки надёжных методов прогнозирования её производства в долгосрочном периоде. При этом важной проблемой становится недостаток статистической информации, который связан с новизной технологий и небольшим сроком их практического использования. Высокий спрос на достоверные прогнозы развития энергетики, с одной стороны, и дефицит необходимых фактических данных, с другой стороны, приходят в противоречие.

В основу предлагаемого в статье метода прогнозирования положена логистическая кривая, которая была предложена Полем Ферхюльстом в 1838 г. и с тех пор успешно применяется для моделирования диффузионных динамических процессов вытеснения старых товаров и технологий принципиально новыми. Логистические кривые имеют очевидное преимущество перед линейными и экспоненциальными кривыми роста, поскольку в долгосрочном периоде рост не может быть бесконечным.

В публикациях метод логистического тренда противопоставляется как популярному методу линейной регрессии, так и подходу, который рассматривает генерацию энергии на основе возобновляемых источников в качестве стохастического процесса [1]. Процесс развития технологий генерации энергии будем рассматривать как диффузионный процесс вытеснения традиционных углеводородных технологий новыми «зелёными» технологиями. Объектом исследования выбраны две отрасли, в которых производство энергии осуществляется в различных формах: электроэнергетика и автомобилестроение. В первой отрасли альтернативной будем считать элек-

троэнергию, полученную из солнечной энергии и энергии ветра. Выбор этих двух видов возобновляемой энергии в качестве основных и исключение из рассмотрения других «зелёных» энергоресурсов (гидроэнергия, энергия приливов и отливов, энергия волн, геотермальная энергия) обусловлены тем, что солнце и ветер являются универсальными энергоисточниками и их развитие не требует наличия таких специфических географических условий, как морское побережье, гейзеры и т. д. В автомобилестроении альтернативной будем называть энергию, вырабатываемую двигателями электрических и гибридных автомобилей, причём для обоих видов используем общий термин «электромобиль».

Метод прогнозирования объёмов продаж нового продукта методом логистического тренда одним из первых применил Ф. Басс в 50-х годах прошлого века в период выхода на рынок новых бытовых электроприборов [2–4]. К настоящему времени метод Басса получил широкое признание, поскольку основан на понятных теоретических предположениях, допускает простую интуитивную интерпретацию и обеспечивает весьма точные прогнозы. При его применении исследователи допускают ослабление жёстких требований статистического анализа в соотношении прогнозируемого и исследуемого периодов, которое обычно рекомендуется на уровне 30 % [5, 6]. Так, в [7] отношение прогнозного и прошедшего периодов составляет 1,3, а в [8] – 1,5.

Для оценки надёжности предлагаемого метода прогнозирования построены логистические тренды для абсолютных и относительных объёмов генерации солнечной энергии в США и сравнены полученные данные с другими прогнозами. Прогнозирование выполнялось без ожидания «близкого попадания» из-за высокой степени неопределённости инновационных процессов. По причине той же неопределённости агентство EIA существенно изменило свой прогноз объёма генерации солнечной электроэнергии в США с учётом новых реалий: для 2025 г. прогноз

составлял 4 TWh в отчёте 2008 г., 17 TWh в отчёте 2010 г., 22 TWh в 2012 г., а в отчёте 2014 г. – уже 38 TWh. В нашем случае логистический тренд построен по фактическим данным 2002–2012 гг. и получен объём генерации, равный 18 TWh в 2025 г., то есть фактически совпадающий с прогнозом EIA, 2010 года.

Для учёта фактора неопределённости министерство энергетики США использует метод прогнозирования удельного веса солнечной электроэнергии на основе различных сценариев её удешевления. Если за период 2010–2020 гг. ожидается её удешевление вдвое (пессимистический сценарий), то к 2031 г. эта доля составит 1,5 %, что больше нашего прогнозного значения, равного 1 % и полученного методом логистического тренда на основе данных 2002–2012 гг. В [9] прогнозируется доля солнечной электроэнергии в общем объёме генерации в США к 2025 г. на уровне 0,9 %, в то время как наш прогноз приблизительно в два раза меньше и составляет 0,4 %, что в целом говорит о надёжности метода.

Формула логистического тренда и расчётные формулы для определения его параметров имеют вид:

$$\tilde{y} = \frac{N}{1 + ae^{-bx}},$$

где $a = \sqrt{\Pi x_i}$, $x_i = N/y_i - 1$, $b = (\Pi \ln x_i) / \Sigma t_i^2$,

причём $t_i = -(n-1)/2, \dots, (n-1)/2$; $i = 1, 2, \dots, n$;

y_i – удельный вес альтернативной электроэнергии в общем объёме генерации в i -ом году прошедшего периода;

L – коэффициент насыщения, или максимальная доля альтернативной электроэнергии в долгосрочной перспективе;

χ – длина исследуемого периода;

2 – среднее геометрическое значений x_i [10].

При использовании логистического тренда коэффициент насыщения обычно считают априори известным и чаще всего принимают равным единице, предполагая полное вытеснение старого продукта новым в долгосрочной перспективе. Однако в нашем исследовании этот параметр служит объектом оптимизации. Мы установили некий конечный набор возможных значений коэффициента насыщения и для каждого из них построили логистический тренд на основе имеющихся фактических данных, а затем рассчитали сумму квадратов разности фактических и трендовых значений. Оптимальным можно считать значение коэффициента насыщения, которое обеспечивает минимальную величину отклонения от тренда:

$$\lambda_{\min} = \lambda(N^*) = \min_N \sum_{i=1}^n (\tilde{y}_i^N - y_i)^2,$$

где N^* – оптимальный коэффициент насыщения;

$\tilde{y}_i^N$ – значение i -ом году логистического тренда с коэффициентом насыщения N .

Для построения прогнозов выбирается тренд с оптимальным значением коэффициента насыщения. Данный метод был успешно применён в [7] для прогнозирования объёма продаж компьютеров. При этом рассматривались лишь два возможных значения коэффициента насыщения: 1 и 1,3 компьютера на одного человека. В нашем случае коэффициент насыщения для доли альтернативной энергии принимает значения от 0,1 до 1 с шагом 0,1. В особых случаях, когда минимум отклонения приходится на величину 0,1, рассматривались дополнительные значения коэффициента насыщения в окрестности этой точки и получались более точные оценки оптимального коэффициента насыщения, например 0,08.

Наиболее интенсивный рост доли альтернативной электроэнергии достигается в тот момент, когда производная логистической функции максимальна. Соответствующий год назовём годом «бума»:

$$T_* = T_0 + (\ln ab)/b,$$

где год T_0 соответствует середине исследуемого исторического периода.

При построении логистических трендов для различных стран отмечается, что для одних стран оптимальный коэффициент насыщения существенно выше 0,5, а для других – существенно меньше этого значения. В странах первого типа диффузионный процесс вытеснения традиционных видов энергии уже служит значимым фактором развития отрасли, а в странах второго данный процесс ещё не набрал силу и находится в стадии формирования. В ряде стран второго типа доля генерации альтернативной энергии пока настолько мала, что логистический тренд не может использоваться в качестве надёжного метода статистического анализа и прогнозирования, поэтому уделим основное внимание странам первого вида.

В табл. 1 представлены параметры логистических трендов доли альтернативной электроэнергии в общем объёме генерации, рассчитанные по данным 2002–2012 гг. для Великобритании, Германии, Канады и для всего мира. Важнейший вывод заключается в том, что доля альтернативной энергии в мире достигнет 100 % в долгосрочной перспективе, а наибольшей интенсивности диффузионный процесс достигнет в 2028 г. В таблицу не вошли страны с относительно низкими значениями коэффициента насыщения: Испания – 0,4, США – 0,08, Япония – 0,02.

Для оценки надёжности используемого метода мы сравнили наши результаты со средним значением доли альтернативной энергии в общем объёме генерации в США на 2040 г., рассчитанным по прогнозам компаний AEO, EVA и ICF. Данный показатель составил 7,4 % [11], в то время как полученный нами коэффициент насыщения равен 8 %. Таким образом, отклонение составляет менее одной двенадцатой доли усреднённой прогнозной оценки трёх всемирно известных консультационных компаний, что является хорошим результатом.

В табл. 2 показаны прогнозные значения доли альтернативной энергии для периода 2017-2030 гг., рассчитанные на основе полученных логистических трендов. В частности, в 2030 г. её доля составит в Германии 65,9 %, в Канаде 88,3 %, в мире 58,3 %. Из таблицы следует, что трендовые значения весьма близки к соответствующим фактическим значениям, что демонстрирует надёжность полученных прогнозов.

Таблица 1

Параметры логистических трендов доли альтернативной электроэнергии в общем объёме генерации (по данным 2002-2012 гг.)

№	Страна	N*	a	b	$\lambda_{\min}$	T»
1	Великобритания	1,00	75,86	0,3069	$4402 \cdot 10^{-8}$	2021
2	Германия	0,80	12,39	0,1511	$2352 \cdot 10^{-10}$	2024
3	Канада	0,90	162,6	0,3933	$6435 \cdot 10^{-8}$	2020
4	Весь мир	1,00	106,1	0,2170	$1751 \cdot 10^{-9}$	2028

Примечание. Рассчитано по US Energy Information Administration. Solar Electricity Net Generation (www.eia.gov/ctapps/ipdbproject) BP Statistical Review of World Energy (www.bp.com/statisticalreview).

Таблица 2

Удельный вес альтернативной электроэнергии, %

Год	Германия		Канада		Весь мир	
	факт	тренд	факт	тренд	факт	тренд
2002	2,8	2,9	0,1	0,1	0,3	0,3
2003	3,2	3,4	0,1	0,1	0,4	0,4
2004	4,2	3,9	0,2	0,2	0,5	0,5
2005	4,6	4,5	0,2	0,2	0,6	0,6
2006	5,2	5,2	0,4	0,4	0,7	0,7
2007	6,7	6,0	0,5	0,5	0,9	0,9
2008	7,1	6,8	0,6	0,8	1,1	1,2
2009	7,6	7,7	1,1	1,2	1,5	1,4
2010	7,9	9,0	1,7	1,8	1,7	1,8
2011	10,7	10,3	3,3	2,6	2,3	2,3
2012	11,7	11,7	3,9	3,8	2,8	2,7
2017	—	21,9	—	21,5	—	7,6
2018	—	24,5	—	28,6	—	9,3
2019	—	27,4	—	36,7	—	11,3
2020	—	30,4	—	45,4	—	13,7
2025	—	48,1	—	79,9	—	32,0
2030	—	65,9	—	88,3	—	58,3

Метод прогнозирования абсолютных объёмов генерации альтернативной энергии использует два вида регрессии: логистическую регрессию её удельного веса и линейный тренд для общего объёма генерации энергии. Прогнозируемый абсолютный объём генерации альтернативной энергии равен произведению двух соответствующих прогнозных значений. Построенные линейные тренды оказались восходящими, что говорит о возрастании спроса на электроэнергию в ближайшие годы. Так, средний годовой

прирост объёма генерации электроэнергии составил в Германии 1,9 TWh, в Канаде 1,0 TWh, в США 20,2 TWh, в Японии 3,8 TWh, в мире 634,8 TWh. Исключение составляет Великобритания, где объём генерации электроэнергии снижался в среднем на 3 TWh в год. В табл. 3 показаны фактические и прогнозируемые объёмы генерации традиционной электроэнергии. Видно, что после 2012 г. следует ожидать устойчивого снижения традиционной генерации и сокращения спроса на углеводородное сырьё в Германии и Канаде, а в целом для мировой экономики переломный момент наступит существенно позже - в 2020 г.

Таблица 3

Объёмы генерации традиционной электроэнергии, TWh

Год	Факт/тренд	Германия	Канада	Весь мир
2010	факт	579	572	21051
2011	факт	544	580	21586
2012	факт	556	609	22008
2017	тренд	497	479	23865
2018	тренд	482	437	24010
2019	тренд	465	387	24044
2020	тренд	450	279	23953
2025	тренд	339	125	21054
2030	тренд	225	73	14157

Предлагаемый метод прогнозирования объёмов производства электромобилей не привязан к какой-либо одной отрасли или виду продукта и отличается от других современных методов своей прозрачностью и простотой. Так, обобщённая диффузионная модель Басса значительно более громоздка по сравнению с базовой моделью, поскольку учитывает внешние параметры, такие как маркетинг, эффект снижения издержек производства аккумуляторных батарей и другие. Данная модель обладает большими возможностями в качестве инструмента прогнозирования, но только в случае, когда отсутствует корреляция между временем и внешними переменными [12]. Ещё более трудоёмким является метод прогнозирования развития технологий, использующий анализ данных средствами теории линейного программирования (TFDEA). Он способен учитывать обширные множества входящих и исходящих параметров, которые, согласно предположению, связаны линейными ограничениями и при этом выступают коэффициентами целевой линейной функции, отражающей эффективность используемой технологии [13]. Модель позволяет получить достоверные прогнозы для ряда частных технических характеристик электромобилей, но она не приспособлена для прогнозирования более важных рыночных показателей, таких как доля продаж или объём выпуска.

В табл. 4 представлены параметры логистических трендов для доли электромобилей в общем объёме

продаж пассажирских автомобилей, рассчитанные по данным 2005-2013 гг. для Австрии, Германии, Франции и ЕС. Важнейший вывод заключается в том, что доля продаж электромобилей в Европе достигнет лишь 40 % в долгосрочной перспективе, в то время как в ряде развитых стран этот показатель составит до 100 %. Наибольшей интенсивности диффузионный процесс в Европе достигнет в 2022 г. В таблицу не вошли страны с относительно низкими значениями коэффициента насыщения: Великобритания - 0,03, Испания - 0,02, Финляндия - 0,09.

Таблица 4

Параметры логистических трендов доли электромобилей в общем объёме продаж пассажирских автомобилей (по данным 2005-2013 гг.)

№	Страна	N*	a	b	$\lambda_{\min}$	T*
1	Австрия	0,80	228,0	0,2615	$2316 \cdot 10^{-9}$	2030
2	Германия	1,00	331,3	0,2642	$8415 \cdot 10^{-9}$	2031
3	Франция	1,00	203,3	0,3209	$5825 \cdot 10^{-9}$	2026
4	ЕС	0,40	80,32	0,3249	$5917 \cdot 10^{-9}$	2022

В табл. 5 показаны прогнозируемые значения доли продаж электромобилей 2018-2030 гг., рассчитанные на основе полученных логистических трендов. В частности, в 2030 г. доля продаж электромобилей составит в Австрии - 41,2 %, в Германии - 43,7 %, в ЕС - 36,8 %. Из таблицы следует, что трендовые значения весьма близки к соответствующим фактическим значениям, что демонстрирует надёжность полученных прогнозов. Полученные нами прогнозы оказались более консервативными по сравнению с выводами агентства BCG, которое предсказывает в 2020 г. долю электромобилей в европейском автопарке на уровне 26 % при цене нефти \$130 и на уровне 29 % при её цене \$180 за баррель [14]. Однако из табл. 5 следует, что данный уровень потребления электромобилей в Европе может быть достигнут не ранее 2025 г., когда доля продаж электромобилей превысит 27 %.

Таблица 5

Удельный вес электромобилей в общем объёме продаж (по данным 2005-2013 гг.), %

Год	Факт/тренд	Австрия	Германия	ЕС
2011	факт	0,6	0,5	0,8
2012	факт	0,8	0,8	1,3
2013	факт	1,1	1,0	1,8
2017	тренд	2,8	2,4	5,7
2018	тренд	3,5	3,1	7,5
2019	тренд	4,6	4,0	9,7
2020	тренд	5,8	5,2	12,3
2025	тренд	17,9	17,1	27,7
2030	тренд	41,2	43,7	36,8

Примечание. Рассчитано по ICCT. European Vehicle Market Statistics (www.theicct.org).

При расчёте прогнозируемых объёмов продаж электромобилей были использованы два вида регрессии: логистическая регрессия удельного веса продаж электромобилей и линейный тренд общего объёма продаж автомобилей всех видов. Прогнозируемый объём продаж электромобилей равен произведению двух соответствующих трендовых значений. Построенные нами линейные тренды являются нисходящими, что говорит о снижении в ближайшие годы спроса на бензин со стороны владельцев автомобилей. Среднее годовое сокращение объёма продаж пассажирских автомобилей составляло в Великобритании 44,1 тыс. шт., в Германии 47,7 тыс. шт., в Испании 138,1 тыс. шт., в ЕС - 501,6 тыс. шт. Исключение составляет Австрия, где объём продаж автомобилей возрастал в среднем на 4,6 тыс. шт. в год.

В табл. 6 показаны фактические и прогнозируемые объёмы продаж традиционных автомобилей. Из неё следует, что после 2020 г. в Австрии следует ожидать устойчивого снижения продаж традиционных автомобилей и связанного с этим сокращения спроса на бензин. Для стран со снижающимся трендом продаж автомобилей увеличение доли продаж электромобилей существенно усиливает тенденцию снижения продаж традиционных автомобилей. Так, годовое снижение продаж традиционных автомобилей в 2013 г. составило в Австрии 5,4 %, в Германии 4,4 %, в ЕС 2,1 %, в то время как в 2030 г. это снижение, по нашим прогнозам, приобретёт фатальный характер и составит в Австрии 29,5 %, в Германии 61,3 %, в ЕС 79,9 %.

Таблица 6

Объёмы продаж традиционных автомобилей, тыс. штук

Год	Факт/прогноз	Австрия	Германия	ЕС
2011	факт	354	3158	13016
2012	факт	333	3056	11857
2013	факт	315	2921	11610
2017	прогноз	346	2762	9275
2018	прогноз	347	2696	8601
2019	прогноз	348	2652	7897
2020	прогноз	348	2547	7150
2025	прогноз	319	2031	3161
2030	прогноз	225	1246	636

Диффузионная модель логистического тренда показала свою применимость для решения актуальной задачи долгосрочного прогнозирования объёмов производства альтернативной энергии, а также электрических и гибридных автомобилей. Полученные результаты позволяют сделать вывод о резком сокращении спроса на углеводородное сырьё в ближайшее десятилетие. Годовой спрос на углеводородное сырьё со стороны электростанций сократится к 2030 г. в мире на 35,7 %, в Германии - на 39 % в 2025 г., в Канаде на 36,4 % в 2019 г. по сравнению с

2012 г. В автомобилестроении выявлены схожие закономерности, которые приведут к резкому сокращению спроса на автомобильное топливо. Годовой спрос на бензин сократится в Австрии на 32,4 % в 2030 г. по сравнению с 2012 г., в Германии на 33,5 % в 2025 г., в ЕС на 33,4 % в 2019 г. Прогнозируемое существенное падение спроса на энергоносители в среднесрочной перспективе в очередной раз доказывает необходимость осуществления срочных мер по диверсификации российской экономики.

Литература

1. Morales J. M. et al. Integrating Renewables in Electricity Markets: Operational Problems. International Series in Operational Research and Management Science. - N.Y.: Springer, 2014.
2. Bass F. A New Product Growth for Model Consumer Durables // Management Science. - 1969. - Vol. 15. - No. 5. - Pp. 215-227.
3. Семенычев В. К., Кожухова В. Н. Анализ и предложения моделей экономической динамики с кумулятивным логистическим трендом. - Самара: СамНЦ РАН, 2013.
4. Bass F. Comments on "A New Product Growth for Model Consumer Durables" // Management Science. - 2004. - Vol. 50. - No. 12. - Pp. 1833-1840.
5. Кожухова В. Н., Семенычев В. К., Семенычев Е. В. Моделирование и прогнозирование эволюционирующей динамики логистическими моделями тренда. - Самара: САМГУ, 2011.
6. Giovanis A. N., Skiados C. H. A Stochastic Logistic Innovation Diffusion Model Studying the Electricity Consumption in Greece and the United States // Technological Forecasting and Social Change. - 1999. - No. 61 (3). - Pp. 235-246.
7. Yang Y., Williams E. Logistic Model-Based Forecast of Sales and Generation of Obsolete Computers in the USA // Technological Forecasting and Social Change. - 2009. - No. 76. - Pp. 1105-1114.
8. Zhao H. et al. Saturated Electricity Power Analysis Based on Logistic Curve Model // International Journal of Energy and Power Engineering. - 2014. - Vol. 3 (3). - Pp. 1-5.
9. Kaufman N. Annual Energy Outlook Projections and the Future of Solar Photovoltaic Electricity. - Institute for Policy Integrity. New York University School of Law. Working Paper No. 2014/4.
10. Корнейчук Б. В., Волков С. Д., Човушян Э. О. Статистические методы в экономике. - СПб.: Специальная литература, 2014.
11. Annual Energy Outlook 2004 with Projections to 2025, 2035 and 2040 // US Annual Energy Information Administration. - April 2014 [Электронный ресурс]. Код доступа: www.eia.gov/forecasts/aeo.
12. Park S. Y., Kim J. W., Lee D. H. Development of a Market Penetration Forecasting Model for Hydrogen Fuel Cell Vehicles Considering Infrastructure and Cost Reduction Effect // Energy Policy. - 2011. - No. 39. - Pp. 3307-3315.
13. Inman O. L. Technology Forecasting Using Data Employment Analysis. Portland State University. Portland, OR, 2004.
14. Powering Autos to 2020. The Era of the Electric Car? The Boston Consulting Group. Report. July 2011 [Электронный ресурс]. Код доступа: www.bcg.com.

The renewable energy generation forecast made with the logistic trend method

B. V. Korneichuk,

Higher School of Economics, St. Petersburg branch, Doctor of economics, professor

The author used the logistic trend diffusion model in order to forecast renewable energy part and volume of hybrid and electric cars. This logistic trend method gives pretty accurate forecast correlating with leading experts' forecasts that shows reliability of the used method. According to our results, world's oil and gas demand reduction tends to be one third in 2030 compared to 2012. Petrol demand reduction in Europe tends to be one third in 2020.

Keywords: *renewable energy, electric cars, forecasting, logistic trend.*