

Для цитирования: Эдер Л. В., Филимонова И. В., Немов В. Ю., Проворная И. В. Прогнозирование энерго- и нефтепотребления автомобильным транспортом в регионах Российской Федерации // Экономика региона. — 2017. — Т. 13, вып. 3. — С. 859-870

doi 10.17059/2017-3-18

УДК 665.612.2:303.425

Л. В. Эдер ^{а, б, в)}, И. В. Филимонова ^{а, в)}, В. Ю. Немов ^{а)}, И. В. Проворная ^{а)}

^{а)} Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН (Новосибирск, Российская Федерация; e-mail: ederlv@yandex.ru)

^{б)} Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН; (Новосибирск, Российская Федерация)

^{в)} Новосибирский государственный университет (Новосибирск, Российская Федерация)

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭНЕРГО- И НЕФТЕПОТРЕБЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ В РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ¹

В статье предложены направления совершенствования методического подхода к прогнозированию энергопотребления на транспорте, учитывающие индивидуальные особенности регионов России; построена многофакторная модель, позволяющая прогнозировать обеспеченность населения автомобильным транспортом с детализацией по субъектам Федерации в зависимости от экономических, социальных, институциональных особенностей; формализована динамическая (трендовая) модель прогнозирования эффективности потребления энергии на единицу автотранспортного средства в России с детализацией по федеральным округам. В исследовании при прогнозировании количества автомобильного транспорта использовались методы экономико-математического имитационного моделирования с использованием результатов эконометрического анализа при расчете обеспеченности населения автомобильным транспортом. При определении перспективного удельного энергопотребления использовались комплексирование трендовых моделей и конвергенции. Исследование показало, что к 2040 г. количество легковых автомобилей в России вырастет к 2040 г. до 57,1 млн, а общее количество всех видов автомобильного транспорта вырастет на 14,9 млн единиц — до 66,2 млн. Наибольшие темпы прироста прогнозируются в центральных регионах России и в отдельных областях Сибири. Наименьшие темпы прироста ожидаются в Чукотском автономном округе, Камчатском и Приморском краях. Повышение энергоэффективности на транспорте и активное внедрение альтернативных видов моторного топлива, прежде всего метана, приведет к снижению потребления бензина и дизельного топлива автомобильным транспортом. Так в прогнозируемый период 2018–2040 гг. потребление нефтепродуктов автомобильным транспортом сократится на 8,9 млн т: с 61,9 млн т н. э. до 51,7 млн т н. э. Областью возможного применения результатов исследования является подготовка предложений по формированию научно-методического аппарата для прогнозирования развития транспортного комплекса и нефтепродуктообеспечения регионов России.

Ключевые слова: энергопотребление, автомобильный транспорт, прогнозирование, нефтепродукты, альтернативные источники энергии, субъекты РФ, федеральные округа, энергоэффективность, структура автотранспорта, прогноз энергетических рынков

Введение

Транспорт является одной из ключевых составляющих экономики. Около трети всей потребляемой энергии в экономике приходится на транспорт. При этом большая часть нефтепродуктов потребляется автомобильным транспортом. Прогноз потребления энергии автотранспортом в регионах РФ необходим для определения долгосрочных ориенти-

ров развития транспортной инфраструктуры, нефтеперерабатывающей промышленности и смежных отраслей.

В данном исследовании в качестве объекта выступает автомобильный транспорт субъектов Российской Федерации. Предметом исследования являются методические подходы к прогнозированию энергопотребления автомобильным транспортом. Целью представленного исследования является прогноз потребления энерго- и нефтепотребления автомобильным транспортом в регионах Российской Федерации.

¹ © Эдер Л. В., Филимонова И. В., Немов В. Ю., Проворная И. В. 2017.

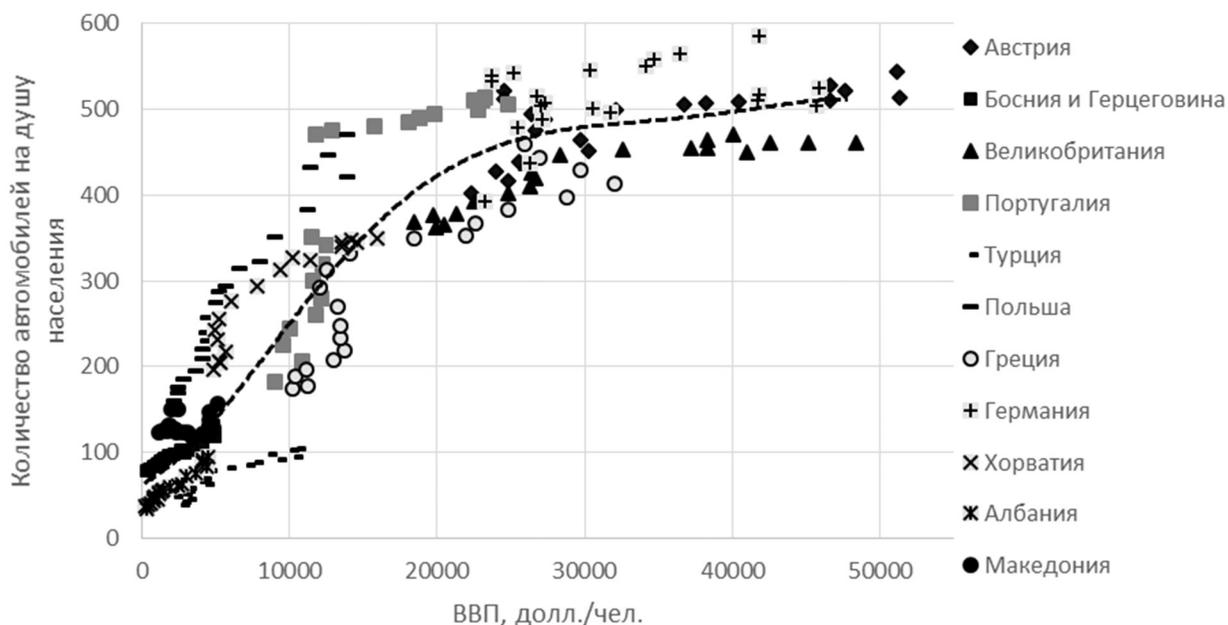


Рис. 1. Зависимость между количеством транспортных средств и ВВП на душу населения в некоторых странах по данным 1991–2013 гг. (сост. по данным: European Commission: Eurostat. Transport statistic; World Bank Open Data: free and open access to data about development in countries around the globe)

В рамках работы были определены устойчивые тенденции в динамике автомобилизации и структуре энергоносителей на автотранспорте, предложено развитие методических подходов к прогнозированию энергопотребления автомобильным транспортом, выполнено прогнозирование энерго- и нефтепотребления на транспорте в регионах Российской Федерации.

В мировой и российской экономике существует ряд устойчивых тенденций, которые разнонаправленно влияют на уровень потребления автомобильного топлива и его структуру: рост количества автомобилей, увеличение эффективности двигателей, крупные структурные сдвиги в структуре потребляемых энергоносителей.

Для определения долгосрочных ориентиров энергопотребления на транспорте в России необходимо рассмотреть общемировые тенденции и определить возможности их применения с учетом специфики регионов России.

Динамика количества автотранспортных средств. В большинстве развитых стран достигнут уровень насыщения автомобилями на 1000 человек населения. В результате на динамику энергопотребления на транспорте определяющее влияние оказывает не рост количества автотранспорта, а рост эффективности двигателей. Таким образом, на автомобильном транспорте потребление энергии снижается [1].

Однако в большинстве стран с развивающимися экономиками, главным образом в Азиатско-Тихоокеанском регионе, текущий уровень обеспеченности населения автотранспортом далек от уровня насыщения и темпы прироста автопарка находятся на стабильно высоком уровне. В результате, несмотря на развитие энергосберегающих технологий, происходит в целом увеличение энергопотребления на транспорте [2, 3].

Исследования показали, что связь между количеством автомобилей и ВВП на душу населения нелинейна. Удельное количество транспорта растет относительно медленно на низких уровнях этого показателя, затем примерно в два раза ускоряется на среднем уровне (от 3000 долл. до 13000 долл. на душу населения) [4]. При дальнейшем увеличении ВВП на душу населения происходит замедление темпов прироста количества автомобилей до тех пор, пока количество автомобилей на душу населения не достигнет определенного уровня, который был назван уровнем насыщения экономики количеством автомобилей [5]. Эта зависимость показана на рисунке 1. Для наглядности использованы данные стран с различным уровнем дохода в течение периода 1991–2013 гг.

В результате взаимосвязь между количеством транспортных средств и ВВП на душу населения может быть представлена с помощью S-образной кривой. Есть ряд различных функциональных форм, которые могут описать та-

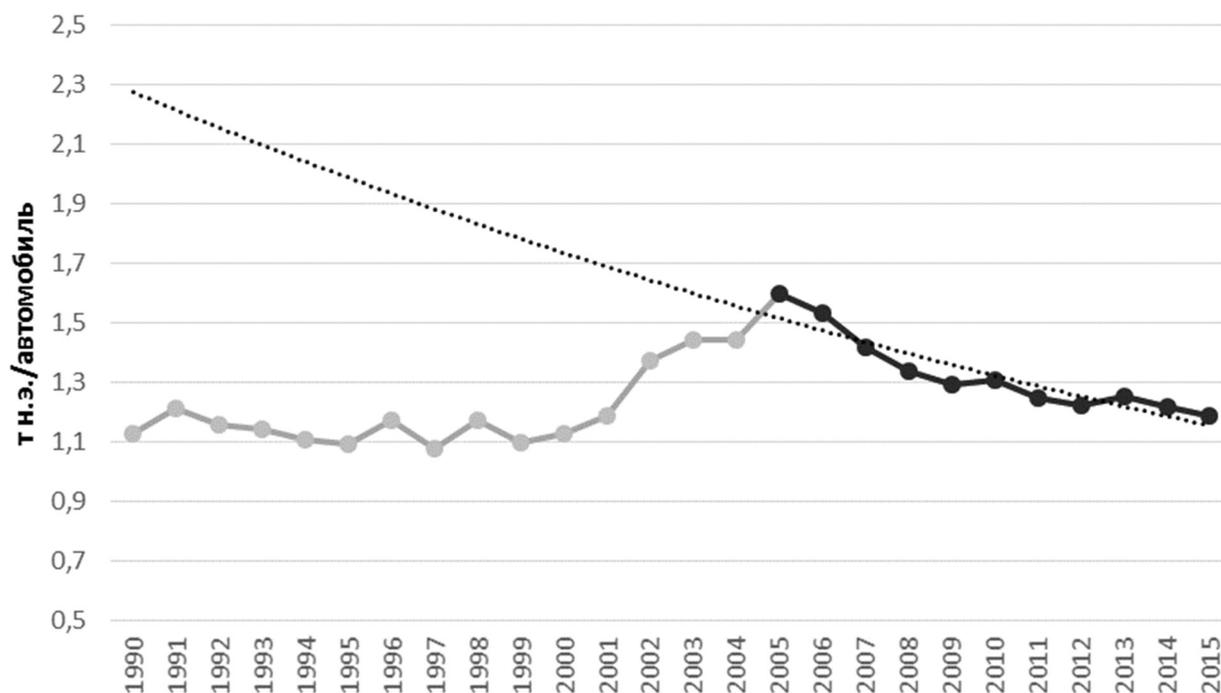


Рис. 2. Потребление энергии единицей автотранспортного средства в год, т н.э.

кой процесс, например, логарифмический логистические, накопительные нормальные. Функция Гомперца позволяет наиболее точно описать закон изменения уровня автомобилизации населения в зависимости от уровня ВВП. Параметры функции позволяют изменять интенсивность роста на различных этапах и момент достижения уровня насыщения в зависимости от уровня ВВП на душу населения.

Потребление энергии на единицу автотранспортного средства. Вторым важным показателем является определение закономерностей динамики потребления энергии на единицу автотранспортного средства — удельное энергопотребление [6]. Проведенные авторами исследования показали, что для развитых стран, имеющих относительно продолжительную динамику снижения удельного энергопотребления (более 20 лет), описание закономерностей изменения этого показателя посредством трендовых моделей обладает высокой степенью достоверности. При этом удельное энергопотребление на единицу ВВП описывается экспоненциальной зависимостью [7]. Это означает, что со временем интенсивность роста энергоэффективности равномерно снижается (рис. 2).

Динамика снижения удельного энергопотребления на транспорте не имеет такой продолжительности, как в экономике в целом. Вследствие этого энергопотребление на транспорте может описываться еще рядом трендов помимо экспоненциального, в частности — ли-

нейным. Это связано с тем, что нелинейность можно зафиксировать на достаточно длительном промежутке времени. В связи с этим при построении прогноза удельного потребления энергии автомобильным транспортом автотранспортом принято предположение, что изменения во времени удельного энергопотребления на транспорте и энергоемкости экономики в целом имеют схожую функциональную зависимость. Основные принципы открытой экономики и участие в международной торговле позволяют распространить выведенные закономерности на субъекты Российской Федерации [8].

Изменение структуры энергоносителей на автомобильном транспорте. Необходимо отметить возрастающую роль альтернативных источников энергии на автотранспорте: биотоплива, природного газа, электроэнергии. Это является сдерживающим фактором увеличения спроса на традиционное автомобильное топливо — бензин и дизельное топливо [9, 10].

Так, например, в течение последних трех десятилетий происходит непрерывное снижение доли нефтепродуктов в структуре энергопотребления Европы [11]. С 1990 г. по 2005 г. доля нефтепродуктов в этом регионе снизилась с 98,7 % до 97,2 %. Период высоких цен на нефть и экономический кризис 2008–2009 гг. явились дополнительными стимулами к переходу на более экономичные альтернативные источники энергии [12]. В результате к 2015 г. доля нефтепродуктов сократилась с 97,2 %

Структура потребления топлива на автомобильном транспорте в странах Европы, %

Энергоноситель	Структура потребления						
	1990	1995	2000	2005	2010	2014	2015
Бензин	57,8	53,7	47,2	35,4	29,9	26,6	25,8
Дизельное топливо	40,9	44,9	51,2	61,0	63,5	66,0	66,7
СНГ и природный газ	1,2	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4	2,4
Биотопливо	0,0	0,1	0,2	1,8	4,5	5,0	4,9
Электроэнергия	0,01	0,01	0,01	0,07	0,08	0,10	0,14

Составлено по данным: European Commission: Eurostat. Transport statistic (<http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/database>).

до 92,5 %. Быстрый рост потребления биотоплива на автотранспорте продолжался с начала 2000-х гг. вплоть до 2012 г., после чего снижается как потребление в абсолютном выражении, так и его доля в структуре энергопотребления. Наименьшую долю в структуре энергопотребления на транспорте занимает электроэнергия. Однако разработка и производство электромобилей являются наиболее динамично развивающимися и перспективными направлениями. Так, только в течение 2015 г. потребление электроэнергии на автомобильном транспорте в Европе выросло на 45,7 % (табл. 1).

В целом потребление автомобильным транспортом альтернативных источников энергии, таких как сжиженный нефтяной газ, природный газ, биотопливо, электроэнергия в 2015 г. составило 7,5 %, в то время как в 2000 г. их доля не превышала 1,7 %.

В структуре энергопотребления автотранспортом высокими темпами увеличивается доля дизельного топлива. Дизельные двигатели характеризуется более экономным расходом топлива (ниже на 30–35 % по сравнению с бензиновыми аналогами) за счет работы на обедненных смесях при частичных нагрузках и снижения насосных потерь из-за отсутствия дроссельной заслонки. Кроме того, дизельное топливо более дешево в европейских странах за счет сокращения уровня налогов. В результате в период 1990–2015 гг. использование дизельного топлива в качестве энергоносителя на транспорте выросло с 40,9 % до 66,7 %. Данный процесс происходит главным образом за счет перехода с бензиновых двигателей на дизельные.

Описание данных

Для выявления факторов, имеющих определяющее влияние на количество автомобилей на душу населения и уровень насыщения (оптимальное, желаемое количество автомобилей), был проведен эконометри-

ческий анализ. При формировании базы данных было рассмотрено более 400 показателей для 85 субъектов Российской Федерации. Статистические данные взяты из статистического сборника «Регионы России. Социально-экономические показатели. 2015», а также журнала «ТЭК России» за 2012–2017 гг., издаваемого Центральным диспетчерским управлением топливно-энергетического комплекса¹.

Для проведения эконометрического анализа выбраны 27 факторов, влияющих на уровень автомобилизации в субъектах Российской Федерации. Факторы разделены на следующие группы:

- экологические и природно-климатические.
- стоимостные;
- инфраструктурные;
- институциональные;
- технологические;
- социальные;
- экономические.

В связи с объективными ограничениями по имеющейся статистической базе прогнозирование энергопотребления в России осуществлялось с детализацией по федеральным округам.

Проведен анализ производства и поставок отдельных видов нефтепродуктов по субъектам Российской Федерации, на основе которого проведена оценка объема потребления нефтепродуктов автомобильным транспортом.

Закономерности динамики мирового удельного энергопотребления на автомобильном транспорте были проанализированы на основе данных Eurostat. Базу данных составляют сле-

¹ Бугакова Н. С., Гельвановский М. И., Глисин Ф. Ф., Горячева И. П., Гохберг Л. М., Житков В. Б., Климанов В. В., Кузнецова О. В., Кулибина И. Ф., Скатерщикова Е. Е., Харламова И. В. Регионы России. Социально-экономические показатели — 2015 : стат. сб. / Росстат. М. — 2015. — 1266 с.; Шуляр Н. В. Итоги производственной деятельности отраслей ТЭК России // ТЭК России. 2000–2017. № 1.

дующие показатели для 32 стран Европы за период 1990–2015 гг.¹:

- количество грузовых автомобилей;
- количество легковых автомобилей;
- количество автобусов;
- количество мототранспорта;
- количество тракторов и специального транспорта;
- количество автомобилей по объему двигателя.
- потребление энергии автомобильным транспортом всего;
- потребление бензина;
- потребление дизельного топлива;
- потребление СНГ;
- потребление биотоплива;
- потребление электроэнергии;
- потребление природного газа

Модель прогнозирования энергопотребления автомобильным транспортом. Совокупный прогноз потребления энергии автомобильным транспортом рассчитывается как произведение общего количества автомобилей и удельного потребления энергии единицей транспортного средства (1):

$$E_{trit} = (V_{it}^a + V_{it}^b + V_{it}^t) P_{it} Y_{it}, \quad (1)$$

где E_{trit} — потребление энергии автотранспортом в субъекте i в момент времени t ; V_{it}^a — количество легковых автомобилей на 1000 чел. в субъекте i в момент времени t (рассчитано автором); V_{it}^b — количество автобусов на 1000 человек в субъекте i в момент времени t (рассчитано автором); V_{it}^t — количество грузовых автомобилей на 1000 человек в субъекте i в момент времени t (рассчитано автором); Y_{it} — потребление энергии на одно автотранспортное средство в субъекте i в момент времени t т. н. э. (рассчитано автором); P_{it} — прогноз количества населения в субъекте i в момент времени t (на основе прогноза Департамента по экономическим и социальным вопросам ООН)². Кроме того, для расчета абсолютного количества автомобилей в субъектах Федерации использовался сценарный прогноз населения, опубликованный Федеральной службой государственной статистики.

Модель прогнозирования количества автотранспортных средств основана на вы-

¹ European Commission: Eurostat. Transport statistic. URL: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/transport/data/database> (дата обращения: 17.07.2017).

² Департамент по экономическим и социальным вопросам Организации Объединенных Наций. URL: <http://esa.un.org/unpd/wpp/Excel-Data/Interpolated.htm> (дата обращения: 05.12.2015).

веденной закономерности изменения удельного количества автотранспортных средств в зависимости от динамики удельного значения ВВП. Как было показано, наиболее подходящая функциональная зависимость, описывающая данную зависимость, — функция Гомпертца с учетом уровня «насыщения» экономики автотранспортными средствами:

$$V_t = V_{\max} e^{-\alpha e^{-\beta GDP_t}}, \quad (2)$$

где V_t — количество автомобилей на 1000 чел. в момент времени t ; V_{\max} — перспективное количество автомобилей [13]; GDP — реальный ВВП на единицу населения; $\alpha, \beta > 0$ — параметры, определяющие форму и переломы функции.

Для учета структурных изменений и различных социальных процессов (период достижения 18 лет, обучение вождению, приобретение автомобиля), которые имеют определенный лаг во времени влияния на удельное количество транспортных средств, введен коэффициент «скорости регулирования» θ :

$$V_t = V_{t-1} + \theta_t (V_t^* - V_{t-1}), \quad (3)$$

где $V_t^* = V_{\max} e^{-\alpha e^{-\beta GDP_t}}$ — долгосрочное равновесное количество автомобилей на 1000 человек.

Коэффициент «скорости регулирования» принимает значение θ_R или θ_F , в зависимости от роста или снижения уровня ВВП в текущий период:

$$\theta = \theta_R R_{it} + \theta_F F_{it}, \quad (4)$$

$$R_{it} = \begin{cases} 1, & \text{если } GDP_{it} - GDP_{it-1} > 0, \\ 0, & \text{иначе,} \end{cases} \quad (5)$$

$$F_{it} = \begin{cases} 1, & \text{если } GDP_{it} - GDP_{it-1} < 0, \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases} \quad (6)$$

В соответствии с предложенными методическими рекомендациями, расчет параметра V_{\max} осуществляется на основе факторов, характеризующих индивидуальные особенности субъектов Российской Федерации. Набор факторов получен в результате эконометрического анализа: доля городского населения (U), доля организаций, использующих электронный документооборот (H), потребительские расходы на душу населения в месяц, руб. (D), удельный вес автомобильных дорог с твердым покрытием в общей протяженности автомобильных дорог общего пользования (R).

Таким образом, желаемый уровень автомобилизации для субъекта i с заданным набором его характеристик (U_i, H_i, D_i, R_i) определяется как вариация эталонного максимального уровня автомобилизации $V_{\max E}$ в зависимости

от отклонения индивидуальных характеристик субъекта.

Параметры модели (2), (3) оценены на основе анализа динамики уровня автомобилизации и ВРП на душу населения в субъектах Российской Федерации в период 2000–2013 гг. Коэффициенты β и уровень насыщения $V_{\max i}$ оценивались индивидуально для каждого субъекта.

При уровне значимости 95 % имеем $d_1 = 1,49$, $d_2 = 1,74$. Таким образом, для построенного уравнения многофакторной регрессии автокорреляция остатков отсутствует.

Уравнение регрессии имеет вид:

$$V = 57,22 + 0,61U + 1,92H + 0,003D + 0,48R, \quad (7)$$

где U — доля городского населения, %; H — доля организаций, использующих электронный документооборот; D — потребительские расходы на душу населения в месяц, руб.; R — удельный вес автомобильных дорог с твердым покрытием в общей протяженности автомобильных дорог общего пользования, %.

Проведены аналогичные расчеты для грузового автотранспорта и автобусов. В результате были выделены следующие факторы, влияющие на количество грузовых автомобилей в субъектах Российской Федерации:

- число малых предприятий на 10000 чел. населения;
- стоимость фиксированного набора потребительских товаров и услуг, % в процентах к среднероссийской стоимости;
- средняя температура июля;
- среднегодовая стоимость дизельного топлива.

Среди наиболее значимых факторов, влияющими на удельное количество автобусов в субъектах были выявлены:

- коэффициент демографической нагрузки. На 1000 чел. трудоспособного возраста приходится лиц нетрудоспособных возрастов;
- доля людей с высшим образованием в структуре занятых;
- средняя температура января;
- среднегодовая стоимость автомобильного бензина АИ-92.

Модель потребления энергии единицей транспортного средства была построена с учетом результатов эконометрического анализа.

Как было показано в предыдущем разделе, прогнозные значения удельного энергопотребления на транспорте будут рассчитываться на основе экспоненциального закона:

$$Y_t = \beta e^{-\gamma t}, \quad (8)$$

где Y_t — потребление энергии одним автомобилем в год t , т н. э.; β — потребление энергии одним автомобилем в начальный период появления тенденции к снижению показателя (период $t = 0$); γ — коэффициент интенсивности снижения удельного энергопотребления.

Расчет параметров экспоненциальной функции для субъектов Российской Федерации производился на основе выведенных закономерностей при анализе пространственных моделей. Так, авторами было показано наличие эффекта бета-конвергенции уровня и динамики снижения удельного потребления энергии автомобильным транспортом в различных регионах мира. Эффект бета-конвергенции позволяет оценить зависимость темпов снижения удельного потребления энергии в субъекте i (γ_i) от его начального значения (β_i):

$$\gamma_i = 0,219\beta_i + 0,126. \quad (9)$$

То есть, чем выше удельное потребление энергии автомобильным транспортом, тем выше темпы его снижения. Однако при приближении удельного потребления энергии автомобилями к среднемировому уровню темпы его снижения замедляются. Оценка эффекта бета-конвергенции позволяет использовать трендовые модели для прогнозирования удельного потребления энергии автомобильным транспортом при ограниченном периоде наблюдения за данным показателем.

Полученные результаты

Прогнозирование обеспеченности населения автомобильным транспортом проводилось на основе сценарного прогноза населения, публикуемого Департаментом по экономическим и социальным вопросам ООН, а также прогноза численности населения РФ, опубликованном Федеральной службой государственной статистики¹. Прогноз ВРП составлен на основе «Прогноза социально-экономического развития Российской Федерации на 2017 г. и на плановый период 2018 и 2019 гг.», опубликованном Министерством экономического развития Российской Федерации в ноябре 2016 г. Долгосрочные ориентиры развития экономики России и ее регионов оценены с учетом «Прогноза долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года». Оценка параметров модели проводилась на основе данных статистиче-

¹ Федеральная служба государственной статистики. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/# (дата обращения: 05.12.2015).

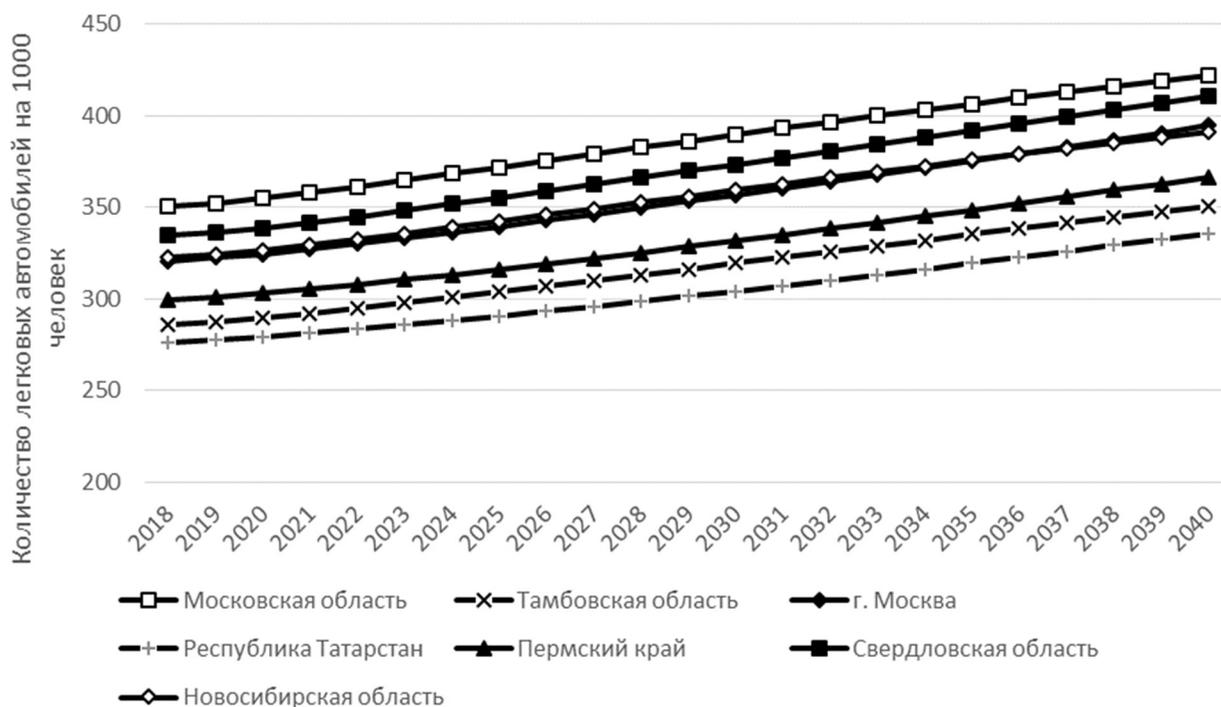


Рис. 3. Прогноз количества легковых транспортных средств на 1000 чел. для некоторых субъектов Российской Федерации (источник: рассчитано авторами)

Таблица 2

Прогноз количества легковых автомобилей в 2018–2040 гг. в Российской Федерации, млн шт.

Федеральный округ	Количество легковых автомобилей в 2018–2040 гг.							
	2018	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2040/2018, %
Центральный	12,6	12,7	12,8	13,6	14,4	15,2	16,1	128,0
Северо-Западный	4,5	4,6	4,6	4,9	5,2	5,5	5,8	129,0
Южный	4,5	4,6	4,7	5,0	5,2	5,5	5,8	127,2
Северо-Кавказский	2,1	2,1	2,1	2,2	2,4	2,5	2,7	127,6
Приволжский	9,0	9,1	9,2	9,8	10,4	11,0	11,6	129,1
Уральский	4,1	4,1	4,2	4,4	4,7	5,0	5,2	128,8
Сибирский	5,7	5,8	5,8	6,2	6,6	7,0	7,4	129,4
Дальневосточный	2,1	2,1	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	119,8
Россия, всего	44,5	45,0	45,6	48,4	51,2	54,1	57,1	128,1

Источник: рассчитано авторами.

ского сборника «Регионы России. Социально-экономические показатели. 2015».

Построенный прогноз обеспеченности населения автомобильным транспортом показывает, что Большинство субъектов Российской Федерации обладают высоким потенциалом роста этого показателя. Кроме того, в среднесрочной перспективе ожидается снижение дифференциации субъектов по уровню обеспеченности населения автотранспортом. Так, за рассматриваемый период в Приморском крае количество транспортных средств на единицу населения увеличится на 8,8 %: с 401 до 436 шт. на 1000 чел. Это связано с приближением обеспеченности населения автотранспортом к «уровню насыщения», вследствие чего рост

спроса на автотранспорт существенно снижается. В перспективе в Новосибирской области увеличение уровня автомобилизации произойдет на 23,6 %: с 323 до 399 шт. на 1000 чел. (рис. 3).

Для расчета абсолютных значений количества транспортных средств в федеральных округах Российской Федерации использовались прогнозы численности населения Федеральной службы государственной статистики и прогноз Департамента по экономическим и социальным вопросам ООН.

Согласно выполненному прогнозу, к 2040 г. количество легковых автомобилей в России вырастет на 28 %: с 44,5 млн в 2018 г. до 57,1 млн в 2040 г. Наибольший прирост автомобилей

Прогноз количества автомобильного транспорта в 2018–2040 гг. по федеральным округам Российской Федерации, млн шт.

Федеральный округ	Количество автомобильного транспорта в 2018–2040 гг							
	2018	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2040/2018, %
Центральный	14,4	14,5	14,7	15,6	16,5	17,4	18,3	127,7
Северо-Западный	5,2	5,3	5,4	5,7	6,0	6,4	6,7	128,7
Южный	5,3	5,4	5,4	5,8	6,1	6,4	6,7	127,0
Северо-Кавказский	2,6	2,6	2,6	2,8	2,9	3,1	3,3	127,2
Приволжский	10,4	10,5	10,7	11,3	12,0	12,7	13,4	128,8
Уральский	4,8	4,8	4,9	5,2	5,5	5,8	6,2	128,4
Сибирский	6,7	6,8	6,9	7,3	7,7	8,2	8,7	129,1
Дальневосточный	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	119,8
Россия, всего	51,8	52,4	53,0	56,3	59,5	62,9	66,2	127,8

Источник: рассчитано авторами.

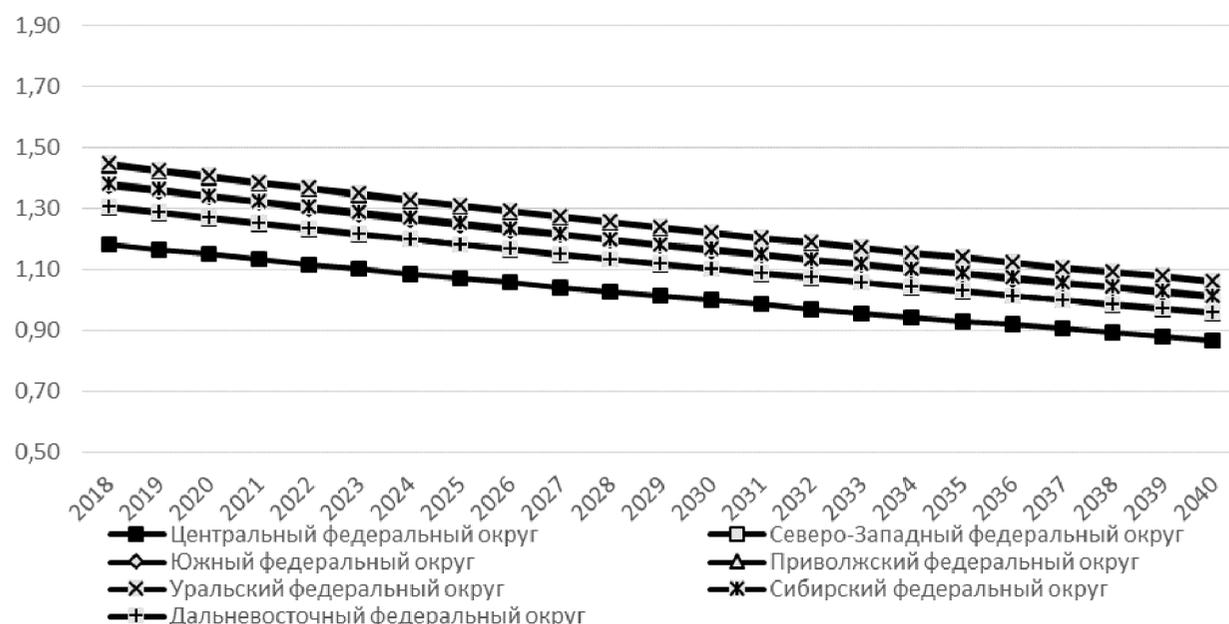


Рис. 4. Фактические значения и прогноз удельного потребления энергии по Федеральным округам России (источник: рассчитано авторами)

произойдет в Сибирском Федеральном округе — на 29,4 % к 2040 г. (табл. 2). Среди субъектов наибольший темп прироста легковых автомобилей ожидается в республике Башкортостан 30,4 % (на 394 тыс. к 2040 г.). В абсолютном выражении к 2040 г. наибольший прирост легковых автомобилей ожидается в г. Москва — на 1,218 млн. Наименьший прирост легкового автотранспорта прогнозируется в Чукотском автономном округе и Камчатском крае.

Согласно выполненному прогнозу, к 2040 г. количество автобусов в России вырастет на 22,4 %: с 899 тыс. в 2018 г. до 1,1 млн в 2040 г. Наибольший прирост автобусов в 2016–2040 гг. прогнозируется в Сибирском федеральном округе — на 23,9 %. К 2040 г. прогнозируется рост числа грузовых автомобилей на 26,6 %: с 6,4 млн в 2018 г. до 8,1 млн в 2040 г.

Всего в Российской Федерации за прогнозируемый период 2018–2040 гг. ожидается увеличение автомобильного транспорта на 14,4 млн единиц: с 51,8 млн до 66,2 млн. Наибольшие темпы прироста прогнозируются в центральных регионах России и в отдельных областях Сибири. Наименьшие темпы прироста ожидаются в Чукотском автономном округе, Камчатском и Приморском краях, что связано, прежде всего, с низкой динамикой численности населения (табл. 3).

Прогноз удельного потребления энергии автомобильным транспортом. Прогноз удельного потребления энергии на транспорте отражает технологические изменения, на которые влияют такие факторы, как уменьшение объема двигателей, увеличение доли дизельных и гибридных силовых устано-

Таблица 4

Прогноз структуры энергоносителей на автомобильном транспорте России

Энергоноситель	Структура энергоносителей на автомобильном транспорте, 2018, 2020, 2025, 2035, 2040 гг.					
	2018	2020	2025	2030	2035	2040
Нефтепродукты (бензин, дизельное топливо, СНГ)	93,4	92,7	90,5	87,6	85,3	83,0
Прочее (природный газ, электроэнергия и др.)	6,6	7,3	9,5	12,4	14,7	17,0

Источник: рассчитано авторами.

Таблица 5

Прогноз спроса на бензин и дизельное топливо автомобильным транспортом Российской Федерации с дифференциацией по федеральным округам, 2018–2040 гг.

Федеральный округ	Прогноз спроса на бензин и дизельное топливо в автомобильном транспорте в 2018–2040 гг.						
	2018	2019	2020	2025	2030	2035	2040
Центральный	15,8	15,7	15,6	15,1	14,4	13,8	13,2
Северо-Западный	7,0	7,0	7,0	6,7	6,4	6,2	5,9
Южный	6,8	6,8	6,7	6,5	6,2	5,9	5,6
Северо-Кавказский	1,4	1,4	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1
Приволжский	12,7	12,6	12,5	12,1	11,6	11,1	10,7
Уральский	6,5	6,4	6,4	6,2	5,9	5,7	5,4
Сибирский	8,7	8,6	8,6	8,3	7,9	7,6	7,3
Дальневосточный	3,0	3,0	2,9	2,8	2,6	2,5	2,3
Российская Федерация	61,9	61,4	61,1	59,0	56,4	54,1	51,7

Источник: рассчитано авторами.

вок, увеличение эффективности двигателей.

Выполненный прогноз показал снижение дифференциации удельного энергопотребления автотранспортом по федеральным округам. Но различные природно-климатические условия и уровень развития инфраструктуры не позволяют полностью нивелировать федеральные округа по этому показателю.

Наибольшее удельное потребление энергии на единицу автомобильного транспорта к 2040 г. прогнозируется в Северо-Западном и Уральском федеральных округах (1,06 т н. э. на одно автотранспортное средство в год). Наименьшие значения показателя прогнозируется в Центральном федеральном округе (0,87 т н. э. на одно автотранспортное средство в год) (рис. 4). Непредставленные расчеты по Северо-Кавказскому округу показывают существенно заниженные результаты, что вызывает сомнение в достоверности статистической базы, а также косвенно свидетельствует о значительном нелегальном рынке ГСМ в округе.

Прогноз спроса на бензин и дизельное топливо автомобильным транспортом России. Анализ тенденций изменения структуры энергопотребления на транспорте позволил выполнить прогноз показателей на среднесрочную перспективу. Так, в России прогнозиру-

ется увеличение доли альтернативных источников энергии (сжиженный нефтяной газ, газ газовых месторождений, биотопливо, электрическая энергия) на автотранспорте к 2020 г. до 7,3 %, к 2040 г. — до 17 % (табл. 4).

Повышение энергоэффективности на транспорте, экспансия гибридных силовых установок и активное внедрение альтернативных видов моторного топлива, прежде всего, метана, приведут к снижению потребления бензина и дизельного топлива автомобильным транспортом [14]. Так в период 2018–2040 гг. потребление нефтепродуктов автомобильным транспортом сократится на 10,2 млн т: с 61,9 млн т н. э. до 51,7 млн т н.э. (табл. 5).

Заключение

Транспортный сектор играет ключевую роль в формировании спроса на нефтепродукты. В России около трех четвертей нефтепродуктов потребляется на транспорте. Таким образом, транспорт оказывает существенное влияние на перспективы расширения и модернизации существующих НПЗ, а также на строительство и территориальное размещение новых заводов [15].

Во многих странах с развивающейся экономикой, где уровень автомобилизации находится на низком уровне, происходит быстрый рост парка автомобилей. Так, в странах АТР, со-

гласно прогнозу ВР, ожидается увеличение количества автомобилей к 2030 г. более чем в 2 раза. В России при выполнении благоприятного сценария демографического прогноза к 2040 г. ожидается рост количества автомобилей на 14,4 млн: с 51,8 млн до 66,2 млн. Это является основным фактором, который будет поддерживать спрос на жидкие углеводороды в среднесрочной перспективе.

С начала 2000-х гг. началось активное развитие гибридных силовых установок и электродвигателей. Период высоких цен на нефть привел к необходимости повышать эффективность потребления энергоносителей, в том числе на автомобильном транспорте. В результате внедрения энергосберегающих технологий и выпуска более экономичных автомобилей в странах с относительно невысоким темпом прироста автопарка происходит снижение потребления энергии на транспорте. В России к 2040 г., несмотря на существенный прирост автомоби-

лей, ожидается снижение общего потребления энергии на транспорте.

С 2000-х гг. на фоне ужесточения экологических требований к автомобилям и высоких цен на автомобильное топливо, наблюдается процесс диверсификации энергоносителей. Тем не менее, к 2030 г. в структуре энергоносителей на транспорте по-прежнему ожидается доминирование традиционного автомобильного топлива (бензина и дизельного топлива). Несмотря на высокие темпы увеличения доли других энергоносителей, таких как природный газ и электроэнергия, широкое их распространение ограничивается низким уровнем развития инфраструктуры и недостаточным стимулированием к их использованию со стороны правительства.

В результате повышения эффективности автотранспорта и диверсификации энергоносителей, спрос на традиционное автомобильное топливо к 2030 г. сократится на 8,9 % — до уровня 56,4 млн т в год.

Благодарность

Авторы выражают благодарность фонду РФФИ № 15-06-090994, 16-36-00369, 17-06-00537.

Список источников

1. Арслангулов У.Ю. Перспективы мирового транспортного сектора. — М.: ИД «Энергия». — 2009. — 52 с.
2. Эдер Л. В., Немов В. Ю., Филимонова И. В. Перспективы энергопотребления на транспорте. Методические подходы и результаты прогнозирования // Мир экономики и управления. — 2016. — Т. 16. — № 1. — С. 25–38.
3. Paravantis J. A., Georgakellos D. A. Trends in energy consumption and carbon dioxide emissions of passenger cars and buses // Technological Forecasting and Social Change. — 2007. — Vol. 74. — Issue 5. — pp. 682–707.
4. Liddle B., Lung S. The long-run causal relationship between transport energy consumption and GDP: Evidence from heterogeneous panel methods robust to cross-sectional dependence // Economics Letters. — 2013. — Vol. 121. — Pp. 524–527.
5. Dargay J., Gately D., Sommer M. Vehicle Ownership and Income Growth, Worldwide: 1960–2030 // Energy Journal. — 2007. — Vol. 28. — No. 4. — Pp. 143–170.
6. Хрусталёв Е. Ю., Ратнер П. Д. Технологический прогресс и энергоэффективность в промышленности и на транспорте // Экономический анализ. Теория и практика. — 2015. — № 2. — С. 36–44.
7. Эдер Л. В. Прогноз мирового энергопотребления. Методические подходы, сравнительные оценки // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. — 2013. — № 6. — С. 15–26.
8. Мазурова О. В. Энергопотребление российского транспорта на фоне глобальных тенденций // Энергетическая политика. — 2010. — № 3. — С. 62–66.
9. Прогноз развития энергетики мира и России до 2040 года. — М., ИНЭИ РАН. — 2014. — 175 с. [Электронный ресурс]. URL: https://www.eriras.ru/files/forecast_2040.pdf (дата обращения: 3.04.2016).
10. Андреев А. Ф., Карпель Е. М. Стратегии реализации природного газа в качестве моторного топлива на автотранспорте // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. — 2012. — № 3. — С. 11–16.
11. Петров В. Ю. Легковой автотранспорт будущего. Электромобили, водородные или традиционные автомобили? // Автомобильная промышленность. — 2009. — № 5. — С. 7–11.
12. Иванов А. В. Состояние и мировые тенденции использования природного газа в качестве альтернативного моторного топлива на автотранспорте // Нефть, газ и бизнес. — 2011. — № 5. — С. 3–8.
13. Эдер Л. В., Немов В. Ю. Прогнозирование потребления энергии на транспорте. Методические подходы, результаты оценок // Наука и техника транспорта. — 2016. — № 1. — С. 37–47.
14. Синяк Ю. В., Котаков А. Ю. Экономические оценки использования в автотранспорте альтернативных моторных топлив на базе природного газа // Проблемы прогнозирования. — 2012. — № 2. — С. 34–47.
15. Kontorovich A. E., Eder L. V., Nemov V. Yu. Oil and gas in the Russian economics // Neftyanoe khozyaystvo — Oil Industry. 2013. — Issue 1. — Pp. 4–8.

Информация об авторах

Эдер Леонтий Викторович — доктор экономических наук, профессор, заведующий лабораторией экономики недропользования и прогноза развития нефтегазового комплекса, Институт нефтегазовой геологии и геофизики

им. А. А. Трофимука СО РАН; заведующий специализацией «Экономика и управления в энергетическом комплексе» экономического факультета, Новосибирский государственный университет; старший научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр угля и углекислоты СО РАН; Scopus Author ID: 8726223100, ORCID = 0000-0003-0148-7036 (Российская Федерация, 630090, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, 412; e-mail: ederlv@yandex.ru).

Филимонова Ирина Викторовна — доктор экономических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН; заведующая кафедрой политической экономики Экономического факультета Новосибирского государственного университета (Российская Федерация, 630090, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, 412; e-mail: filimonovaiv@list.ru).

Немов Василий Юрьевич — кандидат экономических наук, младший научный сотрудник, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН (Российская Федерация, 630090, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, 421; e-mail: nemovvu@ipgg.sbras.ru).

Проворная Ирина Викторовна — кандидат экономических наук, научный сотрудник, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН (Российская Федерация, 630090, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, 412; e-mail: provornayaiv@gmail.com).

For citation: Eder, L. V., Filimonova, I. V., Nemov, V. Yu. & Provornaya, I. V. (2017). Forecasting of Energy and Petroleum Consumption by Motor Transport in the Regions of the Russian Federation. *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 13(3), 859-870

L. V. Eder^{a, b, c)}, I. V. Filimonova^{a, c)}, V. Yu. Nemov^{a)}, I. V. Provornaya^{a)}

^{a)} Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch of RAS (Novosibirsk, Russian Federation; e-mail: ederlv@yandex.ru)

^{b)} Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of the Siberian Branch of RAS (Novosibirsk, Russian Federation)

^{c)} Novosibirsk State University (Novosibirsk, Russian Federation)

Forecasting of Energy and Petroleum Consumption by Motor Transport in the Regions of the Russian Federation

The paper offers the directions for the improvement of methodological approach to forecasting the energy consumption in transport, taking into account special features of Russian regions. The authors developed a multivariate model allowing to predict the motor vehicle rate specified for the regions of the Russian Federation depending on the economic, social and institutional features. We formalized the dynamic (trend) model for predicting the effectiveness of energy consumption per unit of the vehicle in Russia with details on Federal districts. In the study, in predicting the number of motor transport, the authors applied the methods of economic and mathematical simulation modelling based on the results of the econometric analysis for the calculation of the population having motor transport. In determining the potential specific energy consumption, we have aggregated trending patterns and convergence. The study has shown that by 2040, the number of passenger cars in Russia will grow to 57.1 million, and the total number of all types of road transport will grow by 14.9 million units to 66.2 million. The highest growth rates are predicted in the Central regions of Russia and in some areas of Siberia. The smallest growth rates are expected in the Chukotka Autonomous District, Kamchatka and Primorsky regions. Energy efficiency in transport and active introduction of alternative motor fuels, primarily methane, will reduce the consumption of gasoline and diesel fuel by motor transport. Thus, in the forecast period of 2018–2040, the consumption of petroleum products by motor transport will be reduced by 8.9 million tons: from 61,9 million tons of oil to 51.7 million tons of oil. The results of the study can be applied for the formulation of proposals on the creation of scientific and methodological apparatus to predict the development of transport sector and oil products supply in of the regions of Russia.

Keywords: energy consumption, motor transport, forecasting, oil-products, alternative energy source, subjects of the Russian Federation, Federal districts, energy efficiency, structure of vehicles, energy market forecasts

Acknowledgements

The article has been supported by the Russian Foundation for Basic Research № 15-06-090994, 16-36-00369, 17-06-00537.

References

1. Arslangulov, U. Yu. (2009). *Perspektivy mirovogo transportnogo sektora [Prospects of the world transport sector]*. Moscow: Energiya Publ., 52. (In Russ.)
2. Eder, L. V., Nemov, V. Yu. & Filimonova, I. V. (2016). Perspektivy energopotrebleniya na transporte. Metodicheskie podkhody i rezultaty prognozirovaniya [Prospects for Transport Energy Consumption: Methodological Approaches and Results of Forecasting]. *Mir ekonomiki i upravleniya [World of Economics and Management]*, 16(1), 25–38. (In Russ.)
3. Paravantis, J. A. & Georgakellos, D. A. (2007). Trends in energy consumption and carbon dioxide emissions of passenger cars and buses. *Technological Forecasting and Social Change*, 74(5), 682–707.
4. Liddle, B. & Lung, S. (2013). The long-run causal relationship between transport energy consumption and GDP: Evidence from heterogeneous panel methods robust to cross-sectional dependence. *Economics Letters*, 121, 524–527.

5. Dargay, J., Gately, D. & Sommer, M. (2007). Vehicle Ownership and Income Growth, Worldwide: 1960–2030. *Energy Journal*, 28(4), 143–170.
6. Khrustalev, E. Yu. & Ratner, P. D. (2015). Tekhnologicheskii progress i energoeffektivnost v promyshlennosti i na transporte [Technological progress and energy efficiency in industry and transport]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika [Economic Analysis: Theory and Practice]*, 2, 36–44. (In Russ.)
7. Eder, L. V. (2013). Prognoz mirovogo energopotrebleniya. Metodicheskie podkhody, sravnitelnyye otsenki [Forecast of world energy consumption: methodological approaches, comparative evaluation]. *Mineralnyye resursy Rossii. Ekonomika i upravlenie [Mineral Resources of Russia. Economics and Management]*, 6, 15–26. (In Russ.)
8. Mazurova, O. V. (2010). Energopotreblenie rossiyskogo transporta na fone globalnykh tendentsiy [Energy consumption of Russian transport against the global tendency background]. *Energeticheskaya politika [Energy Policy]*, 3, 62–66. (In Russ.)
9. *Prognoz razvitiya energetiki mira i Rossii do 2040 goda [The Outlook for Energy of the world and Russia until 2040]*. (2014). Moscow: INEI RAN Publ, 175. Retrieved from: https://www.eriras.ru/files/forecast_2040.pdf (date of access: 3.04.2016). (In Russ.)
10. Andreev, A. F. & Karpel, E. M. (2012). Strategii realizatsii prirodnogo gaza v kachestve motornogo topliva na avtotransporte [Strategy of natural gas realization as motor fuel for automobile transport]. *Problemy ekonomiki i upravleniya neftegazovym kompleksom [Problems of Economics and Management of Oil and Gas Complex]*, 3, 11–16. (In Russ.)
11. Petrov, V. Yu. (2009). Legkovoy avtotransport budushchego. Elektromobili, vodorodnye ili traditsionnye avtomobili? [Passenger vehicles of the future. Electric vehicles, hydrogen or traditional cars?]. *Avtomobilnaya promyshlennost [Automobile industry]*, 5, 7–11. (In Russ.)
12. Ivanov, A. V. (2011). Sostoyanie i mirovyye tendentsii ispolzovaniya prirodnogo gaza v kachestve alternativnogo motornogo topliva na avtotransporte [Situation and Global Trends Using Natural Gas as an Alternative Fuel for Motor Transport]. *Neft, gaz i biznes [Oil, Gas and Business]*, 5, 3–8. (In Russ.)
13. Eder, L. V. & Nemov, V. Yu. (2016). Prognozirovanie potrebleniya energii na transporte. Metodicheskie podkhody, rezultaty otsenok [Projection of energy consumption on transport: methodical approaches, estimate results]. *Nauka i tekhnika transporta [Science and Technology in Transport]*, 1, 37–47. (In Russ.)
14. Sinyak, Yu. V. & Kolpakov, A. Yu. (2012). Ekonomicheskie otsenki ispolzovaniya v avtotransporte alternativnykh motornykh topliv na baze prirodnogo gaza [Economic assessment of the use in motor transport of alternative motor fuels on the basis of natural gas]. *Problemy prognozirovaniya [Studies on Russian Economic Development]*, 2, 34–47. (In Russ.)
15. Kontorovich, A. E., Eder, L. V. & Nemov, V. Yu. (2013). Oil and gas in the Russian economics. *Neftyanoye khozyaystvo [Oil Industry]*, 1, 4–8.

Authors

Leontiy Viktorovich Eder — Doctor of Economics, Professor, Head of the Laboratory of Hydrocarbon Resources & Forecasts for Oil and Gas Complex Development, Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of the Siberian Branch of RAS; Department of Economics, Novosibirsk State University; Senior Research Associate, Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of the Siberian Branch of RAS; Scopus Author ID: 8726223100, ORCID = 0000-0003-0148-7036 (3, Akademika Koptyuga Ave., Novosibirsk, 630090, Russian Federation; e-mail: ederlv@yandex.ru).

Irina Viktorovna Filimonova — Doctor of Economics, Professor, Senior Research Associate, Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of the Siberian Branch of RAS; Head of the Chair of Political Economy, Department of Economics, Novosibirsk State University (3, Akademika Koptyuga Ave., Novosibirsk, 630090, Russian Federation; e-mail: filimonovaiv@list.ru).

Vasily Yuryevich Nemov — PhD in Economic, Research Assistant, Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of the Siberian Branch of RAS (3, Akademika Koptyuga Ave., Novosibirsk, 630090, Russian Federation; e-mail: nemovvu@ipgg.sbras.ru).

Irina Viktorovna Provornaya — PhD in Economics, Research Associate, Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of the Siberian Branch of RAS (3, Akademika Koptyuga Ave., Novosibirsk, 630090, Russian Federation; e-mail: provornayaiv@gmail.com).