

Рост электропотребления российских регионов как фактор их социально-экономического развития¹

В развитых странах происходит стабилизация удельного (подушевого) потребления электроэнергии, а в развивающихся этот показатель увеличивается. По меньшей мере с середины 2000-х гг. наблюдается снижение дифференциации по уровню энерговооруженности между двумя группами стран. В отличие от этой тенденции, для экономики России характерно расхождение регионов по удельному (подушевому) потреблению электроэнергии на всем протяжении перехода к рыночной экономике. Удельное (подушевое) потребление электроэнергии регионов, в среднем будучи не ниже, чем в Нидерландах, Франции, Германии, Великобритании, стало различаться в 20 раз. На основе инструментария теории техноценозов обоснована необходимость изменения этой негативной тенденции. Основной причиной низкого потребления электроэнергии в развивающихся странах является отсутствие возможности увеличения ее производства. В России проблема обусловлена низким потенциалом сектора потребления, в первую очередь в регионах с удельным (подушевым) потреблением электроэнергии ниже 4 МВт·ч на человека в год. Сокращение сложившейся дифференциации в региональном удельном (подушевом) потреблении электроэнергии — это макроэкономическая проблема, без решения которой невозможно сохранение структурной устойчивости российской экономики — обеспечение ее функционирования как системы при изменении внешней среды. Формирование условий для развития энергопотребления промышленных и сельскохозяйственных предприятий не является отраслевой задачей электроэнергетики. В условиях наложенных на Россию санкций рост структурной устойчивости экономики может быть достигнут путем улучшения инвестиционного климата в результате снижения цен на электроэнергию для новых небытовых электропотребителей в регионах, где удельное (подушевое) потребление электроэнергии ниже уровня развивающихся стран. Для этих регионов-аутсайдеров, которые сейчас являются дотационными, повышение доступности электроэнергии, а не строительство новых энергетических мощностей создает перспективы для роста производительности труда, начала их реиндустриализации, появления новых точек роста.

Ключевые слова: удельное потребление электроэнергии, структурная устойчивость экономики, теория техноценозов, производительность труда, цена электроэнергии, депопуляция регионов, поддержка экономического развития, реиндустриализация

Для цитирования: Некрасов С. А. Рост электропотребления российских регионов как фактор их социально-экономического развития // Экономика региона. 2022. Т. 18, вып. 2. С. 509-527. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-2-15>.

¹ © Некрасов С. А. Текст. 2022.

Electricity Consumption Growth in Russian Regions as a Factor of Their Socio-Economic Development

The indicator of specific (per capita) electricity consumption (SEC) is stabilising in developed countries and increasing in developing economies. At least since the mid-2000s, the difference between the two groups of countries in terms of available power has been decreasing. In contrast to this trend, the transition of Russia to a market economy is characterised by the divergence of regions in terms of SEC. SEC of regions, being on average similar to that of the Netherlands, France, Germany, Great Britain, began to differ by 20 times. The technocenos theory shows the need to change this negative trend. The low electricity consumption of developing countries depends on their inability to increase its production. In Russia, the problem is due to the low potential of the consumption sector, primarily in regions with SEC below 4 MWh/person per year. The solution of this macroeconomic problem, namely, the reduction of the existing differentiation in regional specific electricity consumption will help maintain the structural stability of the Russian economy and ensure its functioning in the context of external environment changes. Creation of conditions for the energy consumption development in industrial and agricultural enterprises is not a sectoral task of the electric power industry. Considering the sanctions imposed on Russia, structural stability of the national economy can be increased by improving the investment climate resulting from a decline in electricity prices for new non-residential consumers in regions with SEC below the level of developing countries. For these subsidy depending “outsider” regions, an increase in the availability of electricity, rather than the construction of new energy facilities, stimulates the labour productivity growth, re-industrialisation, and emergence of growth points.

Keywords: specific electricity consumption, structural stability of the economy, technocenos theory, labour productivity

For citation: Nekrasov, S. A. (2022). Electricity Consumption Growth in Russian Regions as a Factor of Their Socio-Economic Development. *Ekonomika regiona [Economy of regions]*, 18(2), 509-527, <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-2-15>.

1. Введение

Особенностью изменения удельного (по душевому) потребления электроэнергии (УПЭ) является его насыщение в европейских странах, Японии, США и Канаде. В итоге в 2010-е гг. стабилизация УПЭ характерна для большинства развитых стран. Отсутствуют предпосылки для ее прекращения как минимум в ближайшие десятилетие.

В России в 2008–2016 гг. УПЭ восстанавливалось до показателя 1990 г., который составлял 7,27 МВт·ч/чел. в год. Значительная часть этого восстановления происходила в 2008–2018 гг., когда УПЭ увеличилось с 7,16 до 7,54 МВт·ч/чел. год, находясь на уровне не ниже показателей западноевропейских стран. При этом, несмотря на значительное увеличение УПЭ в некоторых регионах, изменение его интегрального значения в стране было незначительным и соответствовало S-образной динамике, характерной для развитых стран.

Проблема заключается не только в крайне высокой дифференциации регионов по этому показателю, которую можно выявить при сопоставлении развитых и развивающихся стран, но и в отсутствии роста УПЭ в регионах-аут-

сайдерах. Поэтому целью статьи является исследование возможностей роста социально-экономического развития российских регионов за счет изменения уровня электрооборуженности их жителей. Для ее достижения выявлены особенности динамики потребления электроэнергии в различных российских регионах и проведено сопоставление особенностей изменения регионального электропотребления с развитыми и развивающимися странами.

2. Материалы и методы

2.1. Общие закономерности потребления энергии в развивающихся и развитых странах

Изучение проблем энергетики, ее развития и эволюции показало, что ключевая информация, определяющая доминантную часть современного развития, сосредоточена в динамике валового продукта и потребления энергии. Наличие доступного и стабильного энергоснабжения всегда являлось определяющим для развития общества. Изменение ВВП любой страны вне зависимости от методологии его расчета четко коррелирует с энерго-

Таблица 1

Изменение УПЭ в развивающихся странах в 1990–2018 гг.

Table 1

Changes in specific electricity consumption (SEC) of developing countries, 1990–2018

Страна	УПЭ, МВт·ч/чел. в год					Среднегодовое изменение УПЭ, % / год			
	1990	2000	2006	2012	2018	1990–2000	2000–2006	2006–2012	2012–2018
Индия	0,25	0,36	0,47	0,66	0,92	3,9	4,3	6,1	5,6
Китай	0,47	0,91	1,87	3,20	4,43	6,8	12,7	9,4	5,5
Индонезия	0,15	0,38	0,49	0,70	0,88	9,4	4,5	6,1	3,7
Турция	0,87	1,57	2,08	2,61	3,06	6,1	4,8	3,9	2,7
Мексика	1,19	1,52	1,85	2,16	2,21	2,5	3,4	2,6	0,4
Бразилия	1,45	1,91	2,05	2,47	2,50	2,8	1,2	3,1	0,2
Нигерия	0,08	0,07	0,11	0,15	0,14	–1,3	6,1	6,0	–0,7

Источник: <https://www.iea.org/>, расчеты автора.

потреблением (Велихов, 2011). Сегодня «энергетика — это не отрасль экономики, а система трансформации всех потенциальных ресурсов в совокупный капитал социума» (Бушуев, 2006). В итоге электроэнергия является базовым товаром, без которого в настоящее время в современном мире невозможно общественное развитие.

Согласно прогнозу МЭА, опережающий рост электропотребления, по сравнению с потреблением других видов энергии, будет отличительной особенностью развития энергетики в мире, а потребление электроэнергии увеличится на 60 % от сегодняшнего уровня. Вместе с тем «энергетический мир характеризуется рядом глубоких диспропорций: почти миллиард человек до сих пор не имеют доступа к электричеству»¹. Спрос на электроэнергию увеличивается как в результате роста численности населения, так и за счет повышения удельного душевого потребления электроэнергии (УПЭ, МВт·ч/чел. в год) (Shove, 2017), (Wilk, 2002). Высокими темпами УПЭ растет в развивающихся странах (табл. 1).

Можно выделить две закономерности изменения энергопотребления в мире: увеличение энергопотребления на душу населения и снижение различия по этому показателю между развитыми и развивающимися странами (Maza, Villaverde, 2008). Причем наибольшую значимость приобретает именно вторая причина роста потребления энергии (Bertoldi, 2017), (Rosenow et al, 2016). Если в 1960-х гг. различие в удельном потреблении энергии между двумя группами стран составляло более 20 раз, то к 2010-х гг. оно сократилось примерно до 7 раз. Тенденция вырав-

нивания удельного энергопотребления тщательно анализировалась, надежно подтверждена статистическими данными и указывает на то, что индустриализация развивающегося мира происходит существенно более высокими темпами по сравнению с развитыми странами (Велихов, 2011).

Но в 2010-е гг. реиндустриализация — возврат ранее вынесенных в развивающиеся страны отраслей — стала основой их экономического развития (Tregenna, 2016), (Barbieri et al, 2018), (Coe, Yeung, 2019) и ожидаемо должна была бы привести к увеличению их электропотребления. Согласно исследованию, проведенному компанией Boston Consulting Group (BCG), более 50 % компаний США с объемом продажи свыше 1 млрд долл. либо продолжают перенос рабочих мест обратно в страну, либо планируют это сделать в ближайшее время². Этот процесс, получивший название решоринга, затронул широкий круг отраслей. Он относится не только к высокотехнологичным отраслям, таким как электроника, но и к предприятиям обрабатывающей промышленности, включая низкотехнологичные и, как правило, достаточно энергоемкие отрасли (производство обуви, одежды в Европе и мебели — в США) (Кондратьев, 2017). Несмотря на эти тенденции в экономике развитых стран непосредственным ожидаемым результатом должно было бы быть увеличение потребления электроэнергии, стабилизация УПЭ и выход на характерный для каждой страны свой асимптотический уровень. Но если в 2000-х гг. отсутствие роста УПЭ было характерно для стран Северной Европы, Великобритании, Канады, США, Австралии (выделены курсивом в та-

¹ World Energy Outlook (WEO–2018). URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2018> (дата обращения 12.07.20).

² The Boston Consulting Group. Made in America Again, Why Manufacturing Will Return to the USA. 2011. URL: <https://www.bcg.com/documents/file84471.pdf> (дата обращения 19.05.20).

Изменение УПЭ в развитых странах в 1990–2018 гг.

Table 2

Changes in specific electricity consumption (SEC) of developed countries, 1990–2018

Страна	УПЭ, МВт·ч/чел. в год					Среднегодовое изменение УПЭ, %/год			
	1990	2000	2006	2012	2018	1990–2000	2000–2006	2006–2012	2012–2018
Япония	6,20	7,56	7,85	7,58	8,06	2,0	0,6	-0,6	1,0
Нидерланды	4,95	6,26	6,73	6,45	6,73	2,4	1,2	-0,7	0,7
<i>Норвегия</i>	23,1	24,9	23,8	23,2	23,7	0,7	-0,7	-0,4	0,4
<i>США</i>	10,9	12,9	12,8	12,2	12,2	1,7	-0,1	-0,8	-0,1
Италия	3,86	4,90	5,47	5,16	5,01	2,4	1,8	-1,0	-0,5
Франция	5,55	6,78	7,01	6,88	6,58	2,0	0,6	-0,3	-0,7
<i>Австралия</i>	7,85	9,63	9,81	9,77	9,29	2,1	0,3	-0,1	-0,8
Германия	6,06	6,10	6,60	6,71	6,38	0,1	1,3	0,3	-0,8
<i>Швеция</i>	15,3	15,2	14,9	13,9	13,2	0,0	-0,4	-1,2	-0,9
<i>Канада</i>	15,6	16,5	16,4	15,6	14,3	0,6	-0,1	-0,8	-1,5
<i>Великобритания*</i>	4,96	5,79	5,82	5,10	4,62	1,6	0,1	-2,2	-1,6

* Курсивом выделены страны, где УПЭ вышло на насыщение к концу 2000-х гг.

Источник: <https://www.iea.org/>; расчеты автора.

блице 2) и только стало проявляться в западноевропейских странах и Японии (Некрасов, Шевченко, 2011), то в 2010-е гг. данный факт стал отличительным признаком большинства развитых стран.

Следует отметить еще одну особенность динамики УПЭ развитых стран: отсутствие сокращения дифференциации по этому показателю. Например, различие УПЭ Норвегии и Великобритании в 1990 г. составляло 4,66, а к 2018 г. увеличилось до 5,12. В 5 раз большее потребление норвежца по сравнению с англичанином сохраняется десятилетия, что обусловлено более низкими издержками производства электроэнергии в Норвегии, производимую на 98 % на ГЭС в отличие от Великобритании, где основой энергетики являются угольные электростанции, впоследствии дополненные газовой и атомной генерацией. Поэтому в Норвегии при альтернативе использования различных видов энергоресурсов, например, при отоплении, предпочтение отдается более экологичной электроэнергии. На основе анализа динамики УПЭ развитых стран за последние 25–30 лет можно сделать вывод, что после выхода на некоторый (для каждой территории свой) предельный показатель не происходит дальнейший рост УПЭ.

Стабилизация УПЭ была выявлена в 1970-х годах в Калифорнии. На протяжении более 50 лет подушевое потребление в штате не растет. Не сказавшийся негативно на последующем экономическом развитии выход на насыщение произошел на уровне 7,5 МВт·ч/чел. в год. В начале 2020-х гг. доля Калифорнии в ВВП США превышает 13 %. За 50 лет население штата вы-

росло с 20 до 39,51 млн чел. Стабилизация УПЭ в Калифорнии обусловлена как эффективностью реализованных программ по энергосбережению, которые были ключевым фактором поддержания конкурентоспособности в условиях роста цен на энергоносители 1970-х гг., так и снижением доли энергоемкой промышленности. В этот период в штате развивались отрасли с высокой добавленной стоимостью. В результате рост удельного потребления энергии прекратился с конца 1970-х гг., когда продукция этих отраслей стала определяющей (Некрасов, 2011).

По мере завершения этапа индустриального развития и перехода стран из развивающихся к развитым в них происходит сокращение, а в ряде случаев и полная ликвидация энергоемких производств с малой добавленной стоимостью. Поэтому производства, приводящие к наиболее негативным антропогенным воздействиям на окружающую среду, на протяжении десятилетий выводились в развивающиеся страны. А в результате сегодняшнего рещоринга части ранее выведенных производств УПЭ не увеличивается: происходит стабилизация УПЭ на значении менее 8 МВт·ч/чел. в год в Западной Европе и Японии и в районе немногим более 12 МВт·ч/чел. в год в Северной Европе, США и Канаде.

Западная часть Российской Федерации (СЗФО, ЦФО, ПФО, ЮФО и СКФО) по объему потребления электроэнергии на душу населения значительно отличается от восточной (УрФО, СФО, ДВФО) (Некрасов, Шевченко, 2011). Следует отметить сходство западной части страны со странами Западной Европы. Пять фе-

деральных округов европейской части России находятся на ниспадающей части кривой добычи полезных ископаемых. Бурное развитие до 2030 г. добывающей промышленности западнее Уральских гор в Российской Федерации маловероятно. А такие исключения, как апатиты, калийные соли и т. п. составляют незначительную долю в региональном валовом продукте и значимо не повлияют на среднее потребление электроэнергии западной части. Основное отличие характера энергообеспечения западной части страны от европейских стран заключается в меньшем расстоянии доставки углеводородов. В свою очередь, в экономике Урала, Сибири и Дальнего Востока, так же, как в США и в Канаде, значительно большее значение имеют энергоемкие добывающие отрасли, а невысокая плотность населения позволяет провести аналогию между этими территориями и странами Северной Европы. В 2010 г. было сделано предположение об отсутствии предпосылок для роста УПЭ в западной части выше уровня стран Западной Европы и Японии (8 МВт·ч/чел. в год), а на востоке страны выше уровня США, Канады и стран Северной Европы (12 МВт·ч/чел. в год) (Некрасов, Шевченко, 2011). Динамика электропотребления российских регионов 2010-х гг. подтверждает корректность сделанных предположений.

2.2. Анализ потребления электроэнергии и изменения численности населения в российских регионах в 1990–2018 гг.

В России потребление электроэнергии осталось неизменным по сравнению с 1990 г. с точностью до 3 %, что в значительной степени обусловлено планомерно реализуемым комплексом мероприятий в соответствии с ФЗ № 261 от 23.11.09 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», который был направлен на снижение спроса на потребление энергетических ресурсов и позволил повысить эффективность экономики России после спада промышленного производства 1990-х гг. В 2016 г. потребление электроэнергии достигло уровня 1990 г. (1073,839 млрд кВт·ч) в 2016 г. и к 2018 г. увеличилось на 3 % (до 1108,134 млрд кВт·ч). Но потребление в регионах имело разнонаправленный характер, зависящий как от структуры региональной экономики, так и от характера инвестиционного климата в регионе и региональной поддержки реализации новых проектов, наличия рынков сбыта и сырьевой базы, развитости

транспортной инфраструктуры и климатогеографических условий. В регионах — крупных потребителях с объемом потребления более 20 млрд кВт·ч/год (правая прямоугольная область на рисунке 1) наблюдался рост электропотребления: в Тюменской области на 51 %, в Москве на 50 %, в Санкт-Петербурге на 44 %, в Краснодарском крае на 37 %, в Московской области на 29 %, в Ленинградской области на 27 %.

Лидером по росту электропотребления является Тюменская область. К 2003 г. электропотребление в регионе восстановилось после переходного периода к уровню 1990 г., и рост, становясь все более плавным (форма S-образной кривой), происходит по настоящее время. Причина роста после 2008 г. — увеличение численности населения. В 2008 г. в регионе УПЭ вышло на насыщение и на протяжении десятилетия находится на уровне 26–27 МВт·ч/год на человека.

Миграция населения в городские агломерации обусловила рост электропотребления в двух столицах — Москве и Санкт-Петербурге. В то же время следует отметить отсутствие роста электропотребления в региональных столицах — локальных центрах притяжения населения. Для них характерно снижение электропотребления (Екатеринбург, Ростов-на-Дону, Нижний Новгород, Самара), либо, в лучшем случае, сохранение уровня 1990 г. (Новосибирск).

Причина роста электропотребления на Кубани — благоприятные природные ресурсы и то, что это единственная (до 2014 г.) территория в западной части страны с теплым морским побережьем.

Лидерами по росту электропотребления (более 80 %) и УПЭ среди регионов с относительно небольшим потреблением (до 10 млрд кВт·ч/год) являются Республика Хакасия и Калужская область. В Хакасии рост электропотребления был обусловлен вводом в эксплуатацию алюминиевого завода. После выхода его на проектную мощность в 2008 г. как электропотребление, так и УПЭ перестали расти и за десять лет снизились на 3 %. Производство алюминия и последующий его экспорт стали причиной не только роста электропотребления в Хакасии, но и сохранения объема электропотребления в Иркутской области. При этом в результате прошедшей депопуляции УПЭ в Иркутской области увеличилось в 1990–2008 гг. на 13 %.

Калужская область — это единственный регион в Российской Федерации, где значительный рост электропотребления не связан с развитием сырьевого сектора экономики, а обу-

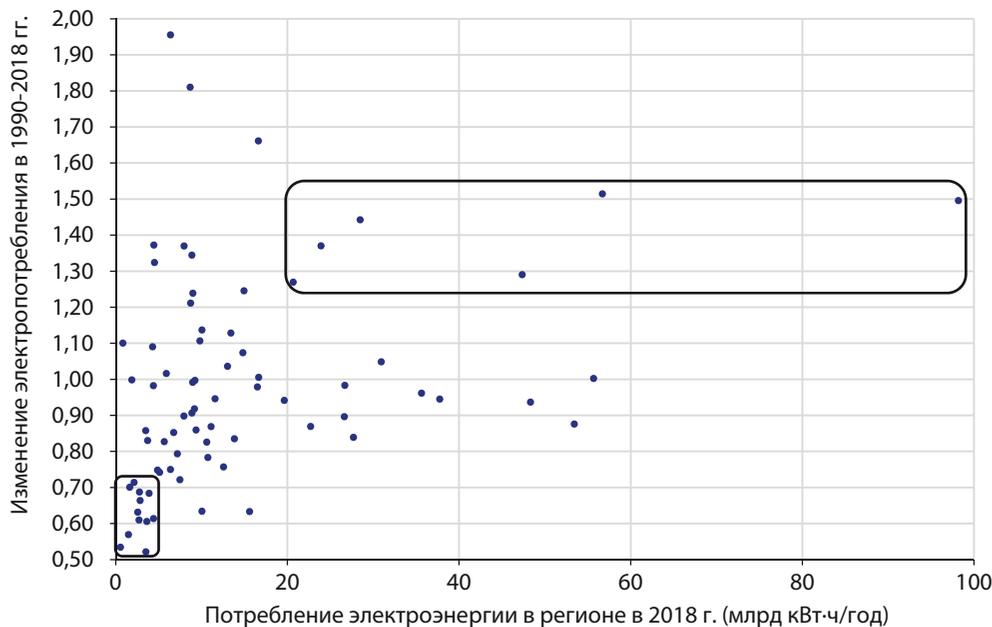


Рис. 1. Распределение субъектов Российской Федерации по объему потребления электроэнергии в 2018 г. и изменению потребления за 1990–2018 гг. (источник: построено автором на основе данных <https://www.gks.ru>)

Fig. 1. Distribution of the constituent entities of the Russian Federation by electricity consumption in 2018 and the change in consumption in 1990–2018

словлен сформированным благоприятным инвестиционным климатом и региональной поддержкой реализации новых проектов, значительная часть которых приходится на автомобилестроение. Доля автопрома в экономике региона в 2006–2019 гг. увеличилась практически с 1 % до 35 % и составляет порядка 300 млрд рублей¹. Но несмотря на столь активную трансформацию экономики, регион не стал новой точкой притяжения миграционных потоков. В 2011 г. депопуляция в Калужской области только прекратилась, и в 2010-е гг. население региона оставалось неизменным с точностью до 1 %, при этом подушевое электропотребление достигло 8,6 МВт·ч/чел. в год.

Более чем на 25 % электропотребление выросло в Калининградской, Томской, Сахалинской областях и Забайкальском крае, республиках Адыгея, Алтай, Дагестан и Ингушетия.

В регионах с убывающим электропотреблением его абсолютное значение невелико — как правило, менее 4 млрд кВт·ч /год (нижняя левая прямоугольная область на рисунке 1). Налицо увеличение расхождения регионов по этому показателю. Электропотребление в регионах-лидерах растет, в отличие от аутсайдеров. Потребление электроэнергии сни-

зилось в Ивановской области на 48 %, в республиках Калмыкия, Северная Осетия, Марий Эл и в Тамбовской, Курганской, Магаданской, Орловской, Брянской областях — на треть и более. В этих регионах наиболее высоки темпы снижения объема промышленного производства, рентабельность продаж товаров, работ и услуг, как правило, ниже среднероссийских показателей, что приводит к сокращению рабочих мест и последующей миграции населения. В более электроемких регионах — с потреблением 10–15 млрд кВт·ч в год — электропотребление снизилось. Снижение на 37 % произошло в Волгоградской и Тульской областях, более чем на 17 % — в Мурманской области, Алтайском и Ставропольском краях. Среди крупных регионов-потребителей снижение потребления электроэнергии более чем на 10 % произошло в Красноярском крае (до 53,4 млрд кВт·ч в год), Нижегородской области (до 22,7 млрд кВт·ч в год, на 12 %) и в Республике Башкортостан (до 27,7 млрд кВт·ч в год на 16 %).

Кроме процессов с характерным временем в несколько десятилетий следует выделить более динамичные изменения последних лет. В 2014–2018 гг. наибольшие темпы роста электропотребления характерны для Севастополя (49 %), при росте потребления в Крыму на 5 %, в Калужской, Амурской, Магаданской областях, Республиках Дагестан и Якутия — более чем на 20 %. Снижение электропотребления в этот

¹ Доля автопрома в экономике Калужской области за 13 лет выросла с 1 % до 35 % / <https://tass.ru/ekonomika/7038823> (дата обращения: 12.05.2020).

период произошло в Северной Осетии на 28 % и Волгоградской области на 10 %.

Перейдя к анализу динамики УПЭ, следует отметить стабильность этого показателя с точностью до 3,7 % в 1990–2019 гг. Однако на общем фоне можно выделить закономерности разнонаправленной динамики как УПЭ, так и объемов электропотребления в регионах. За этот период лидерами по росту УПЭ стали Калужская и Сахалинская области с ростом более чем на 90 %, Республика Хакасия и Магаданская области с ростом более чем на 70 %. Почти вдвое (более чем на 47 %) произошло снижение УПЭ в 1990–2019 гг. в Республиках Чечня и Северная Осетия; не менее чем на 37 % — в республиках Калмыкия и Кабардино-Балкария; на 30 % и более — в Республике Марий Эл, Волгоградской и Ивановской областях. В 2014–2018 гг. лидерами роста стал Севастополь, где рост УПЭ составил 36 % при увеличении этого показателя в Крыму на 4 %. Столь высокая динамика обусловлена процессом, планомерно реализуемым во всех регионах России — налаживанием учета потребления электроэнергии. Соответственно, не столько за счет массовой установки кондиционеров, сколько в связи со снижением коммерческих потерь в электросетях и бездоговорного и безучетного электропотребления, УПЭ Севастополя выросло до 4,8 МВт·ч/чел. в год — величины, характерной для городов России — Москвы, где УПЭ увеличилось в 1990–2018 гг. с 4,2 до 4,5 МВт·ч/чел. в год, и Санкт-Петербурга, где УПЭ за 28 лет выросло с 3,9 до 5,3 МВт·ч/чел. в год. Более низкое УПЭ в двух столицах по сравнению со среднероссийским показателем — закономерность, наблюдаемая во всех развитых странах: потребление электроэнергии в крупных городах ниже (Некрасов, 2011).

За 2014–2018 гг. УПЭ увеличилось на 20 % и более в Амурской, Магаданской, Калужской областях и Республике Якутия. Произошел рост УПЭ в Краснодарском крае на 4,5 % до 4,3 МВт·ч/чел. в год в 2013–2018 гг. после ввода в эксплуатацию комплекса олимпийских объектов. Наибольшее снижение УПЭ в 2014–2018 гг. происходило в Республике Северная Осетия — на 28 % до 2,1 МВт·ч/чел. в год. УПЭ на более чем на 5 % снизилось в Волгоградской, Калининградской и Томской областях.

Совместный анализ динамики численности населения и объемов электропотребления позволяет сделать следующие выводы.

Отрицательная динамика роста населения является более инерционным явлением по сравнению с изменением электропотребле-

ния: улучшение экономических показателей региона, развитие промышленного производства на протяжении десятилетия, происходящее даже столь интенсивно, как в Калужской области, не является достаточным условием для прекращения депопуляции.

Во всех как западных (Санкт-Петербург, Москва, Московская область, Крым, Севастополь, Краснодарский край, Республики Дагестан, Чечня, Кабардино-Балкария и Ингушетия), так и восточных регионах (Тюменская, Новосибирская, Томская области, Красноярский край, Республики Якутия, Бурятия и Тыва) с положительной динамикой населения в 2014–2018 гг. электропотребление увеличивалось.

Происходит миграция населения из Мурманской, Вологодской, Архангельской областей, Пермского края, республик Коми и Карелия, Иркутской, Магаданской, Кемеровской, Амурской областей, Чукотки и т. д. — северных территорий с высоким УПЭ в менее энергоемкие регионы. Поэтому, несмотря на увеличение УПЭ в большинстве регионов, среднероссийский показатель за 1990–2018 гг. вырос только на 3,7 %, в том числе за 2014–2018 гг. — на 1,8 %.

2.3. Электропотребление российских регионов как техноценоз

Причины полученных закономерностей могут быть выявлены на основе теории техноценозов. Техноценозом является исторически сложившаяся, взаимосвязанная совокупность субъектов и объектов социокультурно-технической сферы, имеющих отношение к производству и потреблению. Особенностью техноценоза является его развитие — необходимое, существенное, необратимое, содержательное, целенаправленное изменение во времени (Симонов, 2017). Инструментарий управления устойчивостью экономических систем на основе теории техноценозов (Кузьминов, 2007, 2009), (Фуфаев, 2006) разработанный в ходе исследований (Кудрин, 2006), (Гнатюк, 2005) в применении к исследованию особенностей регионального электропотребления выявил следующую закономерность. При расположении всех регионов по объему потребления электроэнергии полученный ряд описывается H -распределением $A(x) = A_1/x^\beta$, в котором x — номер региона по порядку, β — характеристический параметр техноценоза. Как элементы любого техноценоза российские регионы в части электропотребления связаны слабыми связями (Кудрин, 2010). Распределение регионов

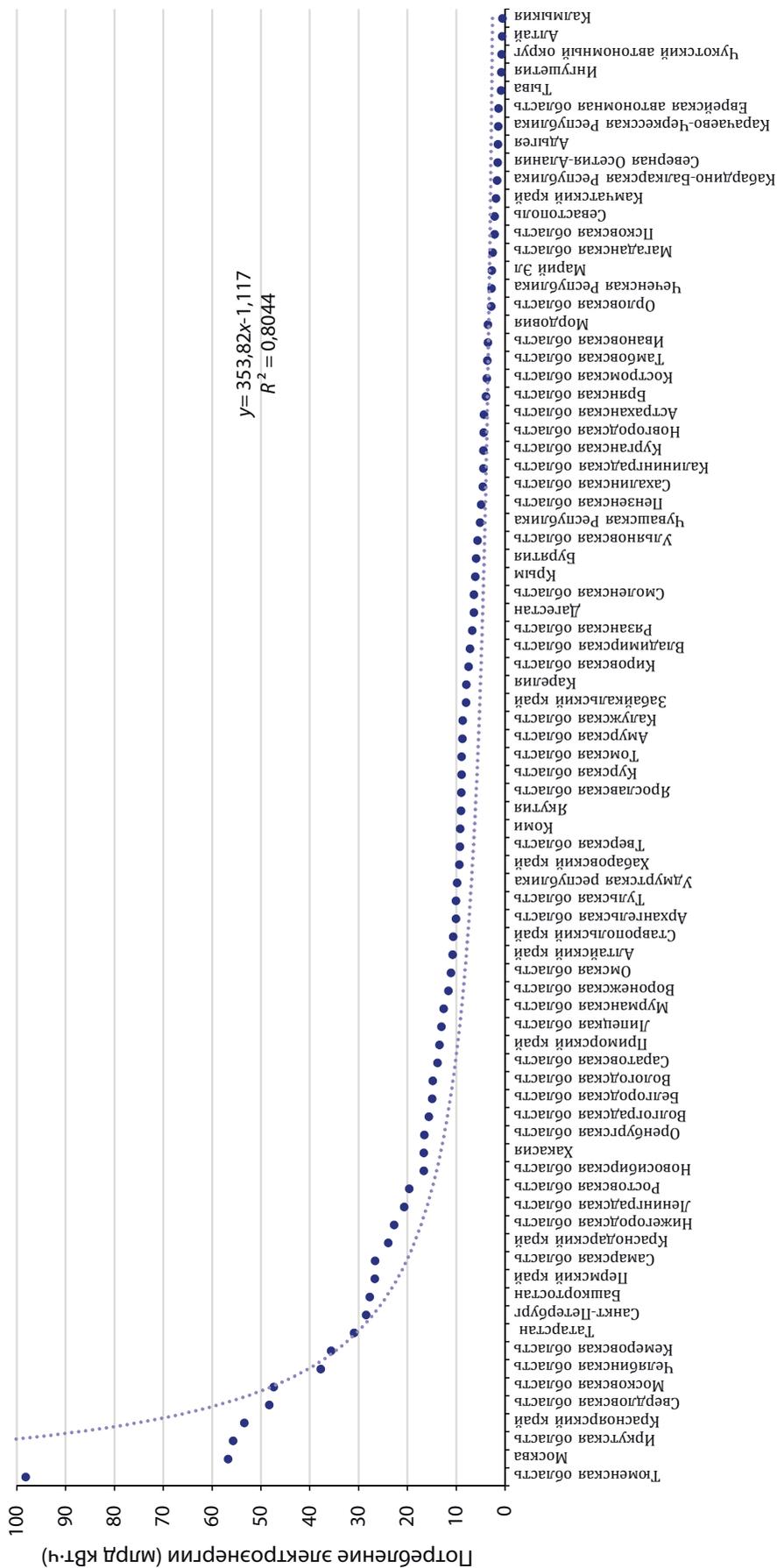


Рис. 2. Распределение регионов Российской Федерации по объему потребления электроэнергии в 2018 г. (источник: построено автором на основе данных <https://www.gks.ru>)

России по объему электропотребления в 2018 г. описывается *H*-распределением с достоверностью более 80 % (рис. 2). На долю шести первых регионов приходилась почти треть (32,5 %) всего электропотребления в стране. В порядке убывания электропотребления регионами-лидерами являются Тюменская область, Москва, Иркутская область, Красноярский край, Свердловская и Московская области. Доля шести регионов-аутсайдеров составила 0,43 %. Это такие регионы, как республики Калмыкия, Алтай, Тыва, Карачаево-Черкессия, Чукотский автономный округ, Еврейская автономная область. Отметим 182-кратную дифференциацию электропотребления в Тюменской области и Республике Калмыкия.

Техноценоз регионов Российской Федерации по объему электропотребления может быть представлен как сумма двух техноценозов: ее западной и восточной частей (рис. 3, 4). Лидерами электропотребления в западной части являются Москва, Московская область, Татарстан и Санкт-Петербург, в восточной — Тюменская, Иркутская, Свердловская области и Красноярский край.

Распределение регионов по объему электропотребления с точки зрения теории техноценозов является хорошо исследованным на протяжении 20 лет феноменом (Кудрин, 2001, 2010). В то же время закономерности регионального распределения по УПЭ изучены в меньшей степени. Распределение регионов по УПЭ также описывается *H*-распределением (рис. 5). Дифференциация УПЭ в регионах крайне значительна — чуть меньше двадцатикратной величины. Если в 2018 г. в Республике Хакасия и Тюменской области УПЭ составляло 30,9 и 26,6 МВт·ч/чел. в год, то в республиках Ингушетия и Кабардино-Балкария не превышало 1,6 и 1,9 МВт·ч/чел. в год. Эта дифференциация в несколько раз превышает пятикратное отличие в УПЭ развитых стран (см. табл. 2) и является итогом диспропорций развития российской экономики, накопленных в переходный период. В результате регионы-аутсайдеры становятся все менее привлекательными для развития бизнеса и, как следствие, имея меньшие перспективы последующего экономического роста, и дальше сокращают любые виды промышленного производства (Некрасов, Грачёв, 2020).

Можно перечислить целый ряд объективных предпосылок для различия в объеме электропотребления Чукотского автономного округа и Тюменской области, республик Калмыкия и Татарстан, Орловской и Московской об-

ластей. Это площадь территории, численность населения и т. п. Но достаточно сложно обосновать причины двадцатикратного различия в электропотреблении, приходящемся на одного гражданина, проживающего в разных регионах. Крайне негативным фактором является отсутствие предпосылок для изменения степени региональной дифференциации в будущем. Данный феномен российской экономики противоречит общей закономерности — сокращению разрыва в подушевом потреблении энергии. Во всем мире постепенно переходят на второстепенный план причины энергетической бедности, так как устойчивой закономерностью на протяжении десятилетий является рост благосостояния жителей развивающихся стран и удовлетворение их базовых потребностей.

В условиях, когда дифференциация УПЭ жителей регионов одной страны значительно превосходит различия среди развитых стран и больше соответствуют соотношению этого показателя между развитыми и развивающимися странами (в 10, а тем более в 20 раз), едва ли существует возможность обеспечения сопоставимых перспектив регионального социально-экономического развития. Из столь высокой региональной дифференциации в УПЭ следует, что в экономическом пространстве Российской Федерации функционируют две группы регионов. В одной из них уровень электровооруженности жителей эквивалентен этому показателю в развитых странах, а в другой — развивающихся.

Поэтому задачей, имеющей стратегическое значение для обеспечения структурной устойчивости экономики России, является снижение дифференциации российских регионов по величине УПЭ. Для того чтобы у граждан различных регионов страны не развивалось ощущение, что они живут в двух фактически не связанных экономических пространствах, это различие необходимо снизить как минимум до семикратной величины — значения, сопоставимого с пятикратной разницей в УПЭ развитых стран. Согласно всеобщей организационной науке — тектологии (Богданов, 1989), под структурной устойчивостью системы будем понимать ее способность сохранять свою деятельность при изменении воздействий со стороны внешней среды.

Столь высокая дифференциация УПЭ не может быть сведена к климатогеографическим территориальным особенностям. В распределении регионов по УПЭ так же, как и в распределении российских регионов по объему элек-

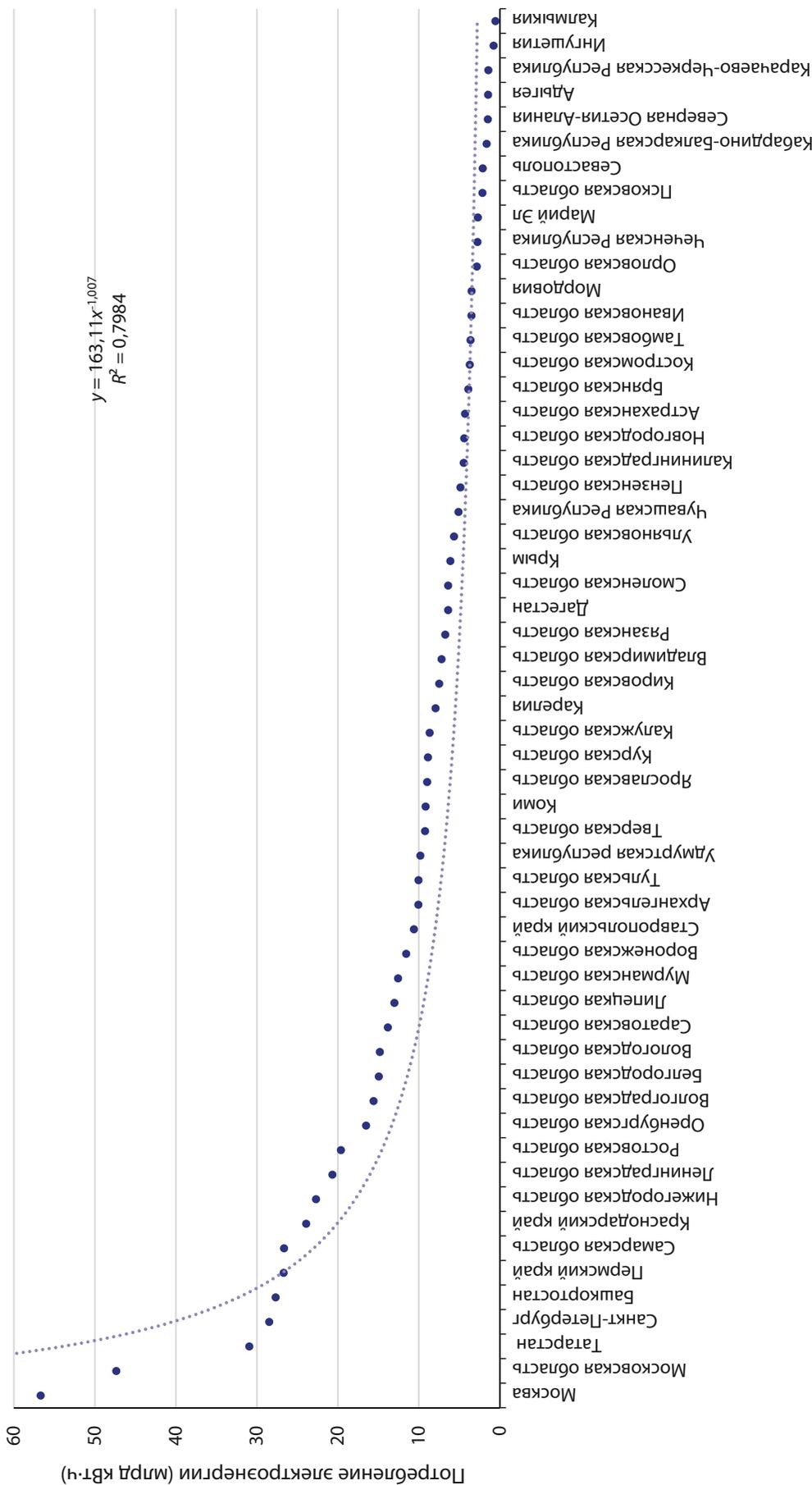


Рис. 3. Распределение регионов западной части Российской Федерации по объему потребления электроэнергии в 2018 г. (источник: построено автором на основе данных <https://www.gks.ru>)

Fig. 3. Distribution of western regions of Russia by electricity consumption in 2018

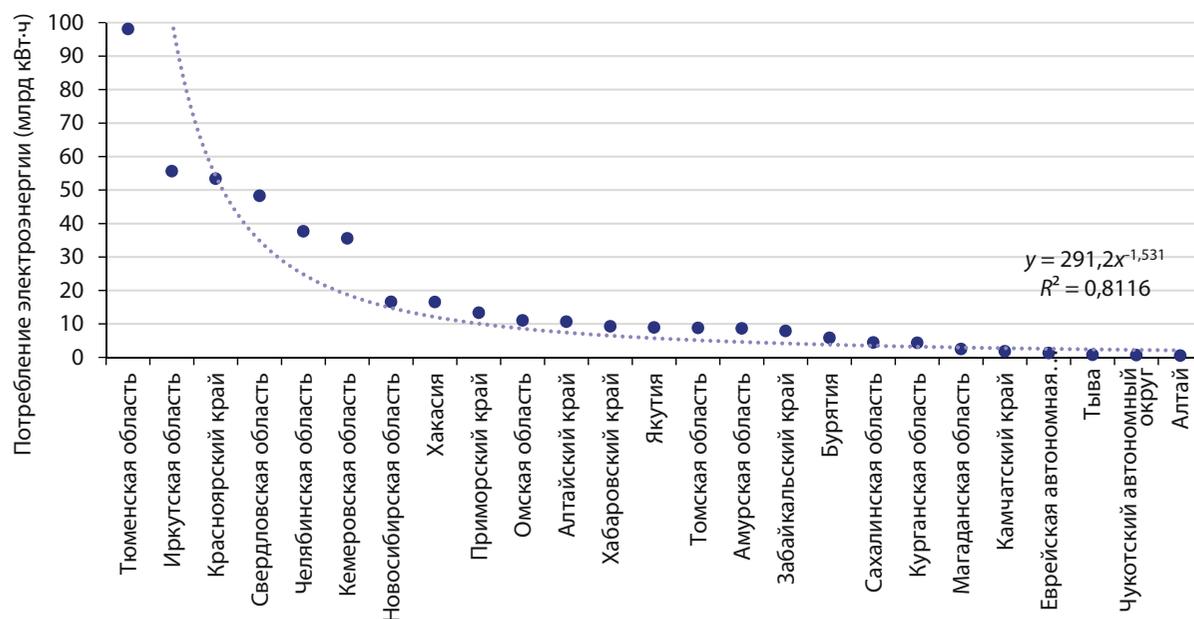


Рис. 4. Распределение регионов Урала, Сибири и Дальнего Востока по объему потребления электроэнергии в 2018 г., млрд кВт·ч/год (источник: построено автором на основе данных <https://www.gks.ru>)

Fig. 4. Distribution of Ural, Siberian and Far Eastern regions of Russia by electricity consumption in 2018

трупотребления, можно выделить два техноценоза: первый включает регионы западной части страны (рис. 6), второй — регионы Урала, Сибири и Дальнего Востока (рис. 7). Для элементов обоих техноценозов в 2014–2018 гг. характерен незначительный рост электропотребления в регионах с уровнем УПЭ более 12 МВт·ч/чел в год. За этот период в западной части рост электропотребления в Пермском крае и Архангельской области составил 1 %, в Мурманской, Ленинградской и Белгородской областях — 2 %, в Республиках Коми, Карелия и Вологодской области — 3 %.

Более отчетливо стабилизация объемов электропотребления (за исключением Чукотки и Магаданской области) выражена в восточных регионах с УПЭ более 12 МВт·ч/чел. в год. В Республике Хакасия — рост за 2014–2018 гг. на 1 %, Тюменской области — рост на 3 %, в Иркутской и Кемеровской областях — снижение на 1 %. В Красноярском крае электропотребление не изменилось. Исключение составляют Магаданская область с ростом электропотребления на 20 % и Чукотский автономный округ — увеличение на 5 %. Но в силу малой численности населения, абсолютные значения электропотребления в этих двух регионах невелики — 2,5 и 0,7 млрд кВт·ч в год. Поэтому рост УПЭ в них практически не влияет на динамику потребления Урала, Сибири и Дальнего Востока.

Следует отметить, что стабилизация УПЭ восточных регионов произошла на фоне роста

натуральных показателей экономической деятельности, что является результатом повышения эффективности использования энергии. Например, в 2014–2018 гг. более чем на 20 % увеличилась угледобыча в Кемеровской области и Красноярском крае. В абсолютных величинах объем добычи в СУЭК достиг 110,7 млн т, в «Кузбассразрезуголь» — 45 млн т, в «СДС-Уголь» — 24,1 млн т, в «Кузбасской топливной компании» — 15,7 млн т¹, однако региональное потребление электроэнергии с точностью до 1 % не изменилось.

По истечении почти 30 лет становления рыночных отношений в Российской Федерации в 9 регионах УПЭ ниже 3 МВт·ч/чел. в год — уровня Турции 2018 г. (в 1990 г. УПЭ в Турции было 0,87 МВт·ч/чел. в год). Это республики Ингушетия, Кабардино-Балкария, Чечня, Калмыкия, Дагестан, Северная Осетия, Тыва, Алтай, Карачаево-Черкессия. В 10-ти регионах УПЭ менее 4 МВт·ч/чел. в год. Это республики Адыгея, Крым, Марий Эл, Брянская, Псковская, Ивановская, Тамбовская, Пензенская, Орловская, области, Ставропольский край. В этих 19 регионах, где подушевое электропотребление находится на уровне стран, в которых первоочередной потребностью является удовлетворение базовых потребностей, проживает 19,7 млн чел.

¹ Сюрприз для Греты Тунберг: Россия хочет стать крупнейшим экспортером угля // РИА новости. 03.10.2019 // <https://ria.ru/20191003/1559321969.html> (дата обращения: 12.05.2020).

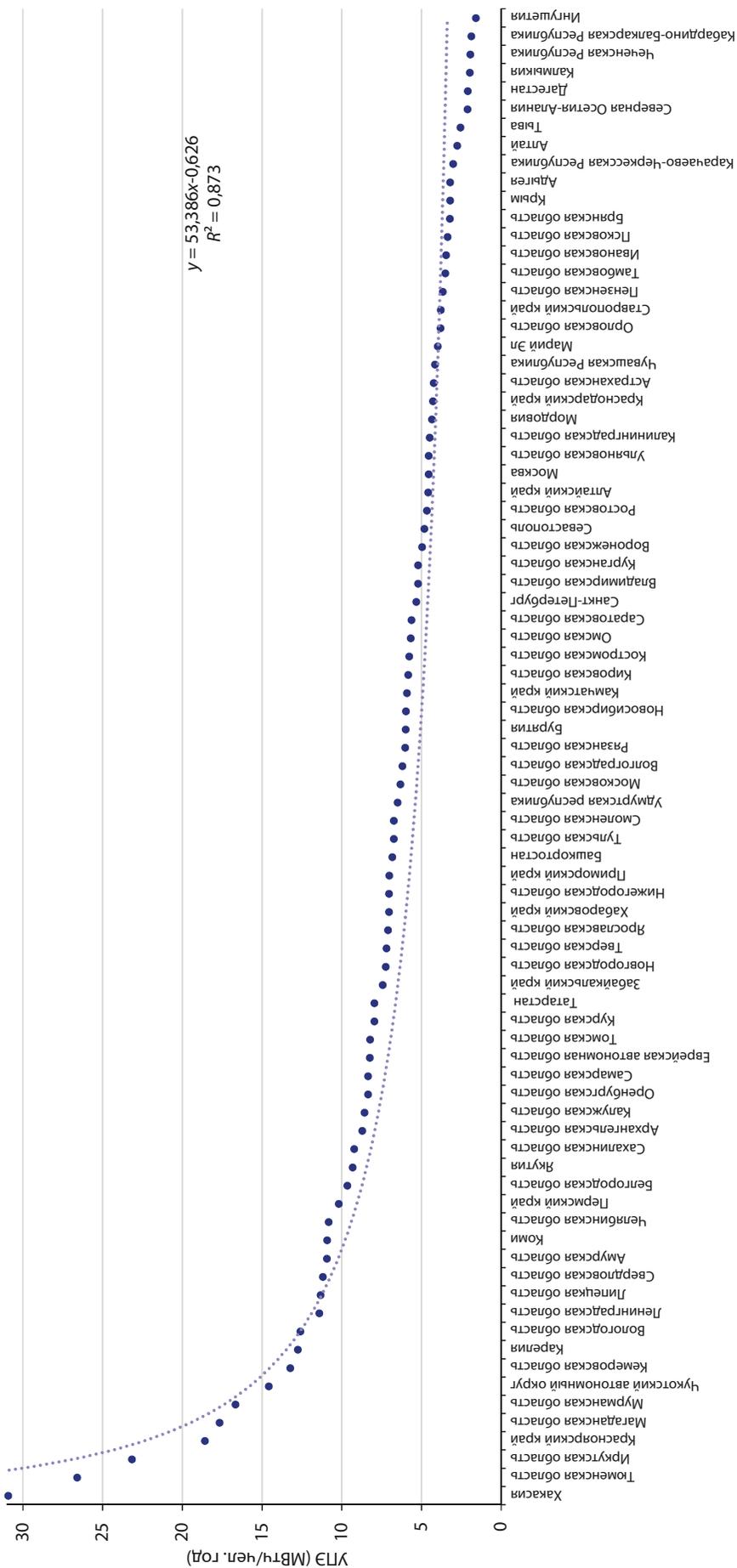


Рис. 5. Распределение регионов России по УПЭ в 2018 г. (источник: построено автором на основе данных <https://www.gks.ru>)
Fig. 5. Distribution of Russian regions by specific electricity consumption in 2018



Рис. 6. Распределение европейских регионов России по УПЭ в 2018 г. (источник: построено автором на основе данных <https://www.gks.ru>)

Fig. 6. Distribution of western regions of Russia by specific electricity consumption in 2018

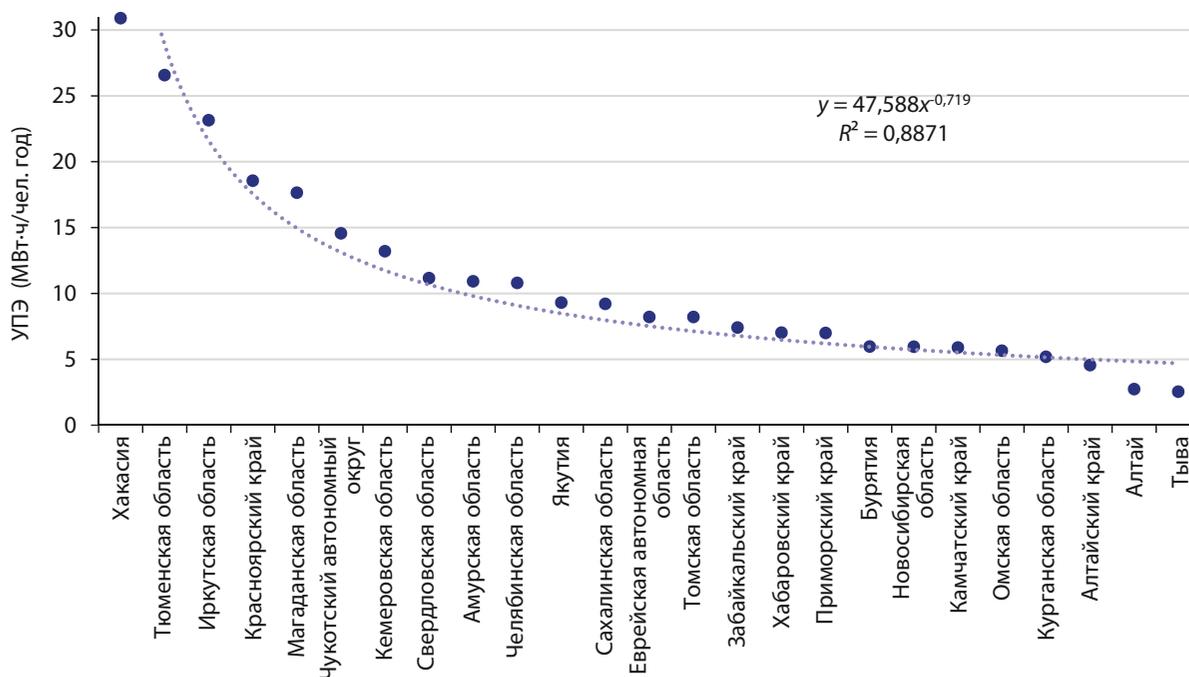


Рис. 7. Распределение регионов Урала, Сибири и Дальнего Востока по УПЭ в 2018 г. (источник: построено автором на основе данных <https://www.gks.ru>)

Fig. 7. Distribution of Ural, Siberian and Far Eastern regions of Russia by specific electricity consumption in 2018

Тектология говорит о том, что расхождение элементов системы является процессом необратимым. Разделенные части комплекса впоследствии могут быть вновь объединены между собой; но это никогда не будет простым воссозданием прежнего комплекса (Богданов, 1989). Поэтому наряду с реализацией проектов в регионах с более высоким инвестиционным потенциалом необходимо схождение российских регионов по уровню электровооруженности как показателя возможности повышения производительности труда и предотвращения возможности продолжения снижения структурной устойчивости 1990-х гг., пока не начались необратимые последствия расхождения уровня социально-экономического развития различных территорий страны.

3. Результаты

Планомерная работа над исправлением ситуации, когда в едином экономическом пространстве находятся территории с электропотреблением, как на уровне развитых, так и развивающихся стран, жизненно необходима. В развивающихся странах причиной низкого электропотребления являются ограничения со стороны производства электроэнергии — неразвитость энергосистемы, недостаток мощностей и т. д. В российских регионах с УПЭ менее 4 МВт·ч/чел. в год проблема заключается в другом. Лимитирующим фактором роста электровооруженности их жите-

лей является низкое развитие промышленного и сельскохозяйственного производства, а не технические ограничения в увеличении производства электроэнергии в этих регионах либо ее передачи из соседних.

Проблема находится не на отраслевом уровне — уровне электроэнергетики. Вопрос заключается не в наращивании энергетических мощностей, строительстве новых электростанций и т. д., а в создании перспектив для развития электропотребления путем формирования условий для возникновения новых промышленных предприятий и интенсификации электропотребления на существующих. Решением является не рост инвестиций в электроэнергетику с последующим удорожанием электроэнергии, а противоположная задача — повышение спроса на электроэнергию в регионах с УПЭ менее 4 МВт·ч/чел. в год. Она может быть достигнута в результате целенаправленного роста доступности электроэнергии для повышения инвестиционной привлекательности регионов с низкой электровооруженностью для развития ИТ сферы, промышленного, сельскохозяйственного производства, интенсификация бизнес-процессов. Снижение цен на электроэнергию необходимо обеспечить не для всех потребителей, а в тех областях, где данная мера приведет к росту электропотребления и, как следствие, к повышению производительности труда. Результатом снижения цен на электроэнергию не должно стать сти-

мулирование энергорасточительности и снижение энергоэффективности. Поэтому потребителями, для которых следует снижать цены на электроэнергию в регионах с низкой электрооборуженностью, является промышленное и сельскохозяйственное производство. К ним не относятся ЖКХ и население.

Устранение образующихся дисбалансов социально-экономического развития путем государственного регулирования цен на энергоносители не противоречит основам рыночной экономики. В качестве примера можно привести вмешательство государства в ценообразование на электроэнергию в Великобритании. В этой развитой стране количество смертей от переохлаждения, обусловленных энергетической бедностью домохозяйств, доходит до 27000 чел. в год. Поэтому правительством была разработана и реализована схема субсидирования мероприятий, направленных на повышение эффективности систем отопления частных домовладений и снижение энергетических потерь (The Energy Company Obligation (ECO))¹.

Обеспечение структурной устойчивости социально-экономического развития регионов не может рассматриваться как отраслевая задача электроэнергетики. Надежда на самоорганизацию электроэнергетики в условиях отсутствия государственного вмешательства бесперспективна. На протяжении по меньшей мере десяти лет электроэнергетика в финансовом отношении процветает, и у энергокомпаний нет стимулов для изменений. В результате фактически запущен энергетический тормоз развития экономики. Энергокомпании оказались намного более организованы в части защиты своих интересов, в отличие от потребителей. Энергетиками было пролоббировано принятие нормативно-правовой базы, гарантирующей приток инвестиций в отрасль, а государство как нормативно-правовой регулятор отношений в обороте электроэнергии и ценовой политике в этих условиях не смогло обеспечить баланс экономических интересов (Кутовой, 2018).

В результате роста электропотребления промышленными, сельскохозяйственными и иными потребителями возникнет синергический эффект. Он проявится в новых рабочих местах, в новых точках роста, в повышении бюджетных доходов всех уровней. Положительным

будет его влияние и на электроэнергетику. Помимо увеличения объема производства электроэнергии, снизятся потери в электрических сетях. В таблице 3 для каждого региона с УПЭ менее 4 МВт·ч/чел в год приведены:

— максимально возможный объем дотирования электроэнергии — это текущее электропотребление за вычетом бытового потребления (суммарно это менее 4 % электропотребления в стране);

— ожидаемое снижение сетевых потерь из расчета на 7 % в регионах с УПЭ менее 3 МВт·ч/чел в год и на 5 % в регионах с УПЭ менее 4 МВт·ч/чел — 4,6 млрд кВт·ч/год (~4 % от текущего потерь в электросетевом комплексе страны);

— распределение по регионам ожидаемого прироста электропотребления ~20 млрд кВт·ч/год (~2 % от текущего электропотребления в стране) в результате снижения цен на электроэнергию для новых потребителей небытового сектора.

В этих 19 регионах с низкой электрооборуженностью в результате снижения цен на электроэнергию по отношению к рыночному уровню следует обеспечить формирование перспектив для дальнейшего социально-экономического развития. Целью этой меры являются не только создание новых предприятий, но и модернизация технологических линий, цехов, выделенных частей электротехнических комплексов и систем ныне действующих потребителей, замена в них электротехнического оборудования на современное, более совершенное и экономичное. Тем самым дотирование прироста небытового потребления электроэнергии будет интенсифицировать происходящий сегодня переход всех типов производств на новый технологический уровень. Если в настоящее время верхняя граница объема электроэнергии, подлежащей дотированию, равна 38,32 млрд кВт·ч, то мере роста электропотребления в рассматриваемых регионах это значение увеличится до 59 млрд кВт·ч. Время выхода объема дотируемой электроэнергии на это значение будет определяться темпами модернизации существующих производств и становлением новых точек роста и, по-видимому, будет не менее 4–6 лет. Абсолютные значения снижения цен на электроэнергию должны быть определены на основе расчетов, выполненных с учетом региональных особенностей.

Все рассматриваемые регионы являются дотационными. Часть этих дотаций следует направить на снижение цен на электро-

¹ The Energy Company Obligation (ECO) // <https://www.ofgem.gov.uk/environmental-programmes/eco> (дата обращения: 12.05.2020).

Ожидаемые изменения электропотребления в регионах с УПЭ менее 4 МВт·ч/чел в год

Table 3

Expected changes in electricity consumption in regions with SEC below 4 MWh/person per year

Регион	Максимально возможный объем дотируемой электроэнергии в настоящее время, млрд кВт·ч	Ожидаемое снижение потерь электроэнергии, млрд кВт·ч	Минимальный прирост потребления электроэнергии, млрд кВт·ч
Марий Эл	2,01	0,14	0,01
Орловская область	2,09	0,15	0,15
Ставропольский край	7,79	0,56	0,61
Пензенская область	3,53	0,27	0,47
Тамбовская область	2,57	0,21	0,53
Ивановская область	2,48	0,20	0,56
Псковская область	1,49	0,13	0,42
Брянская область	2,67	0,24	0,97
Крым	4,19	0,38	1,55
Адыгея	0,99	0,09	0,37
Карачаево-Черкесия	0,93	0,13	0,47
Алтай	0,38	0,06	0,27
Тыва	0,50	0,09	0,47
Северная Осетия	0,76	0,20	1,34
Дагестан	3,31	0,86	5,88
Калмыкия	0,26	0,08	0,56
Чеченская Республика	1,32	0,40	2,99
Кабардино-Балкария	0,75	0,24	1,85
Ингушетия	0,28	0,14	1,19
Итого	38,32	4,60	20,64

Источник: расчеты автора.

энергию для новых небытовых потребителей. Повышение структурной устойчивости национальной экономики в результате снижения дифференциации в электровооруженности регионов и создание перспектив для выравнивания регионального уровня социально-экономического развития является проблемой, которая не может быть решена в рамках одной отрасли, обеспечивающей электропотребление, — электроэнергетики. Это не мезо-, а макроэкономическая задача. Для ее решения требуются управленческие решения, соответствующие управлению экономикой страны как единой системой, не сводящиеся к перераспределению финансовых потоков в пределах одной отрасли.

По сути энергоснабжение по ценам ниже сформировавшихся в рыночных условиях — это инвестирование в повышение производительности труда путем развития потребления электроэнергии. В этой связи стоит вспомнить, что в структуре сметы плана ГОЭЛРО на развитие энергетики в сегодняшнем его понимании — на строительство электростанций и электросетей — предусматривалось 7 % от общей суммы капитальных затрат (на транспорт — 47 %, обрабатывающую индустрию — 29 % и добывающие отрасли — 17 %)¹.

Начиная с первых шагов становления советской энергетики объем финансирования развития сектора потреблениякратно превосходил затраты на создание энергосистемы. «Вот основные принципы плана ГОЭЛРО: электрификация всей страны как основа для создания самых передовых производительных сил; планомерное перевооружение всех отраслей народного хозяйства, культуры и быта на основе их электрификации» (Кржижановский, 1920). Без воплощения в жизнь этих принципов, без создания тысяч новых промышленных предприятий — потребителей электроэнергии не только экономическое развитие России, но и само ее существование после 1941 г. было бы невозможным.

В перспективе с целью дальнейшего снижения диспропорций в социально-экономическом регионе является целесообразным расширение дотирования стоимости электроэнергии для новых небытовых потреби-

¹ Гвоздецкий В. Л. План ГОЭЛРО — стратегическая программа социально-экономического и научно-технического развития Советского государства // Общеобразовательный портал «Слово» / URL: <http://www.portal-slovo.ru/impressionism/36313.php> (дата обращения: 18.04.2020).

телей на регионы, где УПЭ ниже среднего уровня. В настоящее время в западной части — это регионы с УПЭ ниже 6 МВт·ч/чел. в год, в восточной части — ниже 10 МВт·ч/чел. в год. Для Москвы и Санкт-Петербурга следует делать поправку на 30–40 % более низкий УПЭ в столицах. То есть сегодня с учетом этого факта две столицы не относятся к группе регионов с УПЭ ниже среднего уровня.

4. Выводы

Отношение энергопотребления жителей развивающихся и развитых стран сократилось с двадцатикратной до семикратной величины. В XXI в. мировое увеличение потребления энергии в основном происходит в результате роста подушевого энергопотребления в развивающихся странах до уровня развитых стран. Удельное потребление электроэнергии (УПЭ) в развитых странах остается низким, несмотря на рещоринг и развитие новых отраслей экономики. Но при этом исторически сложившееся как минимум пятикратное отношение в подушевом потреблении в различных развитых странах сохраняется.

В России отношение УПЭ регионов увеличилось до двадцатикратной величины, что является отражением накопленных структурных диспропорций социально-экономического развития, ведущих к снижению структурной устойчивости экономики страны — ее способности функционировать при изменении внешних воздействий.

С достоверностью более 80 % описывается ценологическим *H*-распределением не только распределение регионов по объему электро-

потребления и по подушевому потреблению. В российских регионах как техноценозе происходит миграция населения из северных регионов с высокой электровооруженностью в регионы с относительно низким УПЭ (Москва, Санкт-Петербург, Кубань, СКФО).

Путем обеспечения структурной устойчивости российской экономики является сокращение сегодняшнего разрыва в электровооруженности жителей различных регионов России до уровня, сопоставимого со сформировавшимся пятикратным различием между развитыми странами, а не с десяти- и более кратным различием между развивающимися и развитыми странами. Для этого требуется увеличить УПЭ в регионах-аутсайдерах, где этот показатель менее 4 МВт·ч/чел. в год.

Если энергетическая бедность развивающихся стран обусловлена недостатком энергетических мощностей, то низкое УПЭ российских регионов вызвано низким уровнем развития сектора потребления электроэнергии.

Для этого следует в 19 регионах с УПЭ, характерным для развивающихся стран (менее 4 МВт·ч/чел. в год), повысить доступность электроэнергии для нового небытового потребления электроэнергии. Объем электропотребления, предполагающий дотации, не превышает 4 % от текущего электропотребления в стране. Результатом этого процесса будет появление новых точек роста, интенсификация процессов модернизации в 19 российских регионах, повышение их электропотребления на 20 млрд кВт·ч и снижение сетевых потерь более чем на 4 % от текущих потерь электроэнергии в России.

Список источников

- Богданов А. А. Тектология. Всеобщая организационная наука. В 2-х кн. / Редкол. Л. И. Абалкин (отв. ред.) и др. Москва : Экономика, 1989. 1-й т. 304 с., 2-й т. 352 с.
- Бушуев В. В. Энергетический потенциал и устойчивое развитие. Москва : ИАЦ «Энергия», 2006. 320 с.
- Велихов Е. П. Энергетика в экономике мира XXI века // Труды Московского физико-технического института. 2011. Т. 3, № 4. С. 6–15.
- Гнатюк В. И. Закон оптимального построения техноценозов. Москва : ИЗД ТГУ — Центр системных исследований, 2005. 384 с.
- Кондратьев В. Б. Рещоринг как форма реиндустриализации // Мировая экономика и международные отношения. 2017. Т. 61, № 9. С. 54–65.
- Кржижановский Г. М. Основные задачи электрификации России. Харьков : Всеукраинское государственное издательство, 1920. 60 с.
- Кудрин Б. И. Классика технических ценозов. Общая и прикладная ценология. Вып. 31. «Ценологические исследования». Томск : ТГУ — Центр системных исследований, 2006. 220 с.
- Кудрин Б. И. Электроэффективность. Ежегодный рейтинг российских регионов по электропотреблению за 1990–1999 гг. // Электрика. 2001. № 6. С. 3–12.
- Кудрин Б. И. Энергоэффективность. Рейтинг российских регионов по электропотреблению за 1990–2010 гг. // Электрика. 2010. № 8. С. 3–15.
- Кузьминов А. Н. Управление устойчивостью региона. Ценологическая модель // Экономика региона. 2009. Т. 7, № 2. С. 28–32.

- Кузьминов А. Н. Ценологические особенности моделирования регионального рынка как механизма распределения ресурсов // *Экономический вестник Ростовского государственного университета*. 2007. Т. 5, № 4 (2). С. 127–131.
- Кутовой Г. П. 80 лет. Формула успеха // *Региональная энергетика и энергосбережение*. 2017. № 5–6. С. 23–26.
- Некрасов С. А., Грачёв И. Д. Возобновляемая энергетика. Перспективы корректировки развития энергоснабжения в России // *Проблемы прогнозирования*. 2020. № 1. С. 99–109.
- Некрасов С. А., Шевченко И. С. Альтернативный подход к определению необходимого производства электроэнергии в Российской Федерации // *Энергетика Татарстана*. 2011. № 1. С. 50–56.
- Некрасов С. А. Перспективы роста потребления электроэнергии в России на основе международного сравнительного анализа // *Национальные интересы. Приоритеты и безопасность*. 2011. Т. 7, № 44. С. 37–50.
- Симонов Н. С. Начало электроэнергетики Российской империи и СССР, как проблема техноценоза. Москва : Инфра-Инженерия, 2017. 640 с.
- Фуфаев В. В. Экономические ценозы организаций. Москва; Абакан : Центр системных исследований, 2006. 86 с.
- Maза A., Villaverde J. The world per capita electricity consumption distribution: Signs of convergence? // *Energy Policy*. 2008. Vol. 36, No. 11. P. 4255–4261. DOI: doi.org/10.1016/j.enpol.2008.07.036.
- What do we know about manufacturing reshoring? / P. Barbieri, F. Ciabuschi, L. Fratocchi, M. Vignoli // *J. Global Oper. Strategic Sourcing*. 2018. No. 1. P. 79–122. DOI: doi.org/10.1108/JGOSS-02-2017-0004.
- Bertoldi P. Are current policies promoting a change in behaviour, conservation and sufficiency? An analysis of existing policies and recommendations for new and effective policies. In *ECEEE Summer Study proceedings*. Stockholm : ECEEE, 2017. P. 201–211.
- Coe N. M., Yeung H. W.-C. Global production networks: mapping recent conceptual developments // *J. Econ. Geography*. 2019. No. 4. P. 775–801. DOI: doi.org/10.1093/jeg/lbz018.
- Energy efficiency and the policy mix / J. Rosenow, T. Fawcett, N. Eyre, V. Oikonomou // *Building Research & Information*. 2016. Vol. 44. P. 562–574.
- Shove E. What is wrong with energy efficiency? // *Building Research & Information*. 2017. No. 46. P. 779–789. DOI: doi.org/10.1080/09613218.2017.1361746.
- Tregenna F. Deindustrialisation and Premature Deindustrialization // *Elgar Handbook of Alternative Theories of Economic Development* / J. Ghosh, R. Kattel, E. Reinert (eds.). 2016. P. 710–728. DOI: doi.org/10.4337/9781782544685.00046.
- Wilk R. Consumption, human needs, and global environmental change // *Global Environmental Change*. 2002. No. 12. P. 5–13.

References

- Barbieri, P., Ciabuschi, F., Fratocchi, L. & Vignoli, M. (2018). What do we know about manufacturing reshoring? *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, 1, 79–122. DOI: 10.1108/JGOSS-02-2017-0004
- Bertoldi, P. (2017). Are current policies promoting a change in behaviour, conservation and sufficiency? An analysis of existing policies and recommendations for new and effective policies. In: *ECEEE Summer Study proceedings* (p. 201–211). Stockholm: ECEEE.
- Bogdanov, A. A. (1989). *Tektologiya. Vseobshchaya organizatsionnaya nauka. V 2-kh knigakh [Tektology: The General Science of Organization. In 2 volumes]*. Moscow : Economics, 304, 352. (In Russ.)
- Bushuev, V. V. (2006). *Energeticheskiy potentsial i ustoychivoe razvitie [Energy potential and sustainable development]*. Moscow: IAC «Energy», 320. (In Russ.)
- Coe, N. M. & Yeung, H. W.-Ch. (2019). Global production networks: mapping recent conceptual developments. *Journal of Economic Geography*, 19(4), 775–801. DOI: 10.1093/jeg/lbz018.
- Fufaev, V. V. (2006). *Ekonomicheskie tsenozy organizatsiy [Economic cenoses of organizations]*. Moscow, Abakan: Center for System Research, 86. (In Russ.)
- Gnatyuk, V. I. (2005). *Zakon optimalnogo postroeniya tekhnotsenozov [The law of optimal construction of technocenoses]*. M.: TSU, Center for System Research, 384. (In Russ.)
- Kondrat'ev, V. B. (2017). Reshoring as a form of reindustrialization. *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya [World Economy and International Relations]*, 61(9), 54–65. (In Russ.)
- Krzhizhanovsky, G. (1920). *Osnovnye zadachi elektrifikatsii Rossii [The main tasks of electrification of Russia]*. Kharkov: All-Ukrainian State Publishing House, 60. (In Russ.)
- Kudrin, B. I. (2001). Electricity: The annual rating of Russian regions by electricity consumption for 1990–1999. *Elektrika*, 6, 3–12. (In Russ.)
- Kudrin, B. I. (2006). *Klassika tekhnicheskikh tsenozov. Obshchaya i prikladnaya tsenologiya. Vyp. 31. «Tsenologicheskie issledovaniya [Classic technical cenoses. General and applied cenology, 31, «Cenological studies»]*. Tomsk: TSU, Center for System Research, 220. (In Russ.)
- Kudrin, B. I. (2010). Energy efficiency: Rating of Russian regions by electricity consumption for 1990–2010. *Elektrika*, 8, 3–15. (In Russ.)
- Kutovoy, G. P. (2017). 80 years old: a formula for success. *Regionalnaya energetika i energosberezhenie [Regional Energy and Energy Saving]*, 5–6, 23–26. (In Russ.)

- Kuzminov, A. N. (2007). Cenological features of regional market modeling as a resource allocation mechanism. *Ekonomicheskiy vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta [Economic Herald of Rostov State University]*, 5(4–2), 127–131. (In Russ.)
- Kuzminov, A. N. (2009). Cenological model of the region resistance management. *Ekonomika region [Economy of region]*, 7(2), 28–32. (In Russ.)
- Maza, A. & Villaverde, J. (2008). The world per capita electricity consumption distribution: Signs of convergence? *Energy policy*, 36(11), 4255–4261. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.07.036>.
- Nekrasov, S. A. & Grachev, I. D. (2020). Renewable energy: prospects for energy development correction in Russia. *Problemy prognozirovaniya [Studies on Russian Economic Development]*, 1, 99–109. (In Russ.)
- Nekrasov, S. A. & Shevchenko, I. S. (2011). An alternative approach to determining the required electricity generation in the Russian Federation. *Energetika Tatarstana [Energy of Tatarstan]*, 1, 50–56. (In Russ.)
- Nekrasov, S. A. (2011). Prospects of growth of electricity consumption in Russia on the basis of international comparative analysis. *Natsionalnye interesy. Priority i bezopasnost [National interests: priorities and security]*, 7(44), 37–50. (In Russ.)
- Rosenow, J., Fawcett, T., Eyre, N. & Oikonomou, V. (2016). Energy efficiency and the policy mix. *Building Research & Information*, 44, 562–574.
- Shove, E. (2017). What is wrong with energy efficiency? *Building Research & Information*, 46, 779–789. DOI: 10.1080/09613218.2017.1361746.
- Simonov, N. S. (2017). *Nachalo elektroenergetiki Rossiyskoy imperii i SSSR, kak problema tekhnotsenoza [The beginning of the electric power industry of the Russian Empire and the USSR as a problem of technocenosis]*. Moscow: Infra-Engineering, 640. (In Russ.)
- Tregenna, F. (2016). Deindustrialization and Premature Deindustrialization. In: J. Ghosh, R. Kattel, E. Reinert (Eds.), *Handbook of Alternative Theories of Economic Development* (pp. 710–728). Edward Elgar Publishing. DOI: 10.4337/9781782544685.00046
- Velikhov, E. P. (2011). Energy in the economy of the world of the XXI century. *Trudy Moskovskogo fiziko-tekhnicheskogo institute [Proceedings of Moscow Institute of Physics and Technology]*, 3(4), 6–15. (In Russ.)
- Wilk, R. (2002). Consumption, human needs, and global environmental change. *Global Environmental Change*, 12, 5–13.

Информация об авторе

Некрасов Сергей Александрович — доктор экономических наук, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, ЦЭМИ РАН; Scopus Author ID: AAC-6526-2020; <https://orcid.org/0000-0002-7649-0515> (Российская Федерация, 117418, г. Москва, Нахимовский проспект, д. 47; e-mail: San693@mail.ru).

About the author

Sergey A. Nekrasov — Doctor of Sciences (Econ.), Cand. Sci. (Eng.), Leading Research Associate, Leading Economic Mathematical Institute of RAS; Scopus Author ID: AAC-6526-2020; <https://orcid.org/0000-0002-7649-0515> (47, Nakhimovskiy Ave., Moscow, 117418, Russian Federation; e-mail: San693@mail.ru).

Дата поступления рукописи: 29.06.2020.

Прошла рецензирование: 17.09.2020.

Принято решение о публикации: 07.04.2022.

Received: 26 Jun 2020.

Reviewed: 17 Sep 2020.

Accepted: 07 Apr 2022.