

<https://doi.org/10.21122/1029-7448-2023-66-2-186-200>

УДК 338.984; 338.001.36

## Стимулирование электропотребления регионов-аутсайдеров – необходимое условие структурной устойчивости России

С. А. Некрасов<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Центральный экономико-математический институт РАН (Москва, Российская Федерация)

© Белорусский национальный технический университет, 2023  
Belarusian National Technical University, 2023

**Реферат.** В настоящее время происходит мировое увеличение удельного потребления электроэнергии на душу населения. Однако эта тенденция обусловлена ростом электропотребления в развивающихся странах, тогда как в развитых наблюдается процесс его стабилизации и даже сокращения. Таким образом, можно говорить о снижении дифференциации по удельному потреблению электроэнергии между развитыми и развивающимися странами. В России же в 1990–2012 гг. происходило увеличение расхождения регионов по данному показателю, и в итоге различия в электровооруженности между регионами-лидерами и аутсайдерами достигли 20-кратного значения. В регионах юга России удельное потребление электроэнергии ниже, чем в ряде развивающихся стран. Но если последние идут по пути его увеличения и, как следствие, повышения производительности труда, то в российских регионах-аутсайдерах наблюдается его снижение. Низкая энерговооруженность – одна из причин недостаточного уровня производительности труда. Выявлена закономерность возрастания рентабельности проданных товаров, работ, услуг по мере увеличения удельного потребления электроэнергии в российских регионах с низкой электровооруженностью и снижения – с высокой. Показано, что негативная тенденция дифференциации электропотребления регионов России сменилась в 2013–2018 гг. на схождение. Обосновано, что в регионах-аутсайдерах лимитирующим фактором роста электропотребления является не отсутствие энергетических мощностей, а недостаточное развитие сектора потребления электроэнергии. Поэтому для обеспечения структурной устойчивости российской экономики следует сфокусировать усилия на стимулировании небытового электропотребления путем развития перерабатывающих отраслей экономики, создания промышленных и сельскохозяйственных предприятий в регионах с низкой электровооруженностью.

**Ключевые слова:** удельное потребление электроэнергии, теория техноценозов, производительность труда, стоимость электроэнергии, рентабельность, структурная устойчивость экономики

**Для цитирования:** Некрасов, С. А. Стимулирование электропотребления регионов-аутсайдеров – необходимое условие структурной устойчивости России / С. А. Некрасов // *Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ*. 2023. Т. 66, № 2. С. 186–200. <https://doi.org/10.21122/1029-7448-2023-66-2-186-200>

---

### Адрес для переписки

Некрасов Сергей Александрович  
Центральный экономико-математический  
институт РАН  
просп. Нахимовский, 47,  
117418, г. Москва, Российская Федерация  
Тел.: +7 916 475-36-14  
[san693@mail.ru](mailto:san693@mail.ru)

### Address for correspondence

Nekrasov Sergey A.  
Central Economics and Mathematics  
Institute RAS  
47, Nakhimovsky Ave.,  
117418, Moscow, Russian Federation  
Tel.: +7 916 475-36-14  
[san693@mail.ru](mailto:san693@mail.ru)

---

## Stimulating Electricity Consumption in Outsider Regions is a Necessary Condition for the Structural Stability of Russia

S. A. Nekrasov<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences  
(Moscow, Russian Federation)

**Abstract.** Currently, there is a worldwide increase in electricity per capita consumption (EPC). However, this trend is due to the growth of electricity consumption in developing countries, while in developed countries there is a process of its stabilization and even reduction. Thus, it can be said that there is a decrease in the differentiation in specific electricity consumption between developed and developing countries. In Russia, in 1990–2012 there was an increase in regional divergence in this indicator. As a result, the difference in the specific power capacity between the leading regions and outsider ones reached a 20-fold value. In the regions of the south of Russia, the EPC is lower than in a number of developing countries. But if the latter are on the road of increasing the EPC and, as a result, increasing labor productivity, then in the Russian outsider regions there is a decrease in it. Low specific power capacity is one of the reasons for the insufficient level of labor productivity. A pattern of increasing profitability of goods, works, and services sold has been revealed as the specific consumption of electricity increases in Russian regions of low electric specific power capacity and decreases in Russian regions of the high one. It is shown that the negative trend of differentiation of power consumption in the regions of Russia changed in 2013–2018 to convergence. It is substantiated that in the outsider regions, the limiting factor in the growth of electricity consumption is not the lack of energy capacity, but the insufficient development of the electricity consumption sector. Therefore, in order to ensure the structural stability of the Russian economy, efforts should be focused on stimulating non-household electricity consumption by developing the processing industries of the economy, creating industrial and agricultural enterprises in regions with low electric power. Therefore, in order to ensure the structural stability of the Russian economy, efforts should be focused on stimulating non-household electricity consumption by developing the processing industries of the economy, creating industrial and agricultural enterprises in regions of low electric specific power capacity.

**Keywords:** specific electricity consumption, theory of technocenoses, labor productivity, price of electricity, profitability, structural economic resilience

**For citation:** Nekrasov S. A. (2023) Stimulating Electricity Consumption in Outsider Regions is a Necessary Condition for the Structural Stability of Russia. *Energetika. Proc. CIS Higher Educ. Inst. and Power Eng. Assoc.* 66 (2), 186–200. <https://doi.org/10.21122/1029-7448-2023-66-2-186-200> (in Russian)

### Введение

Энергетика в современном мире играет ведущую роль, являясь основой развития всех прочих отраслей материального производства и социальной сферы, обеспечивая экономическую безопасность государства и его суверенитет. В силу ее стратегической значимости энергетике уделяется первоочередное внимание [1]. Согласно базовому прогнозу Международного энергетического агентства, потребление электроэнергии к 2040 г. увеличится на 60 % от сегодняшнего уровня, что является значительно более высоким показателем по сравнению с другими видами энергии [2]. Удельное потребление электроэнергии (УПЭ, МВт·ч/год на человека) позволяет исследовать закономерности изменения электропотребления стран с учетом особенностей их социально-экономического, технико-технологического развития и развития страновых энергосистем [3].

Мировой рост энергопотребления обусловлен выравниванием удельного энергопотребления на душу населения между развивающимися и развитыми странами [1]. Если в 1960-х гг. УПЭ в таких странах отличалось более чем в 20 раз, то к 2010-м гг. различие сократилось примерно до 7 раз. Тенденция выравнивания надежно подтверждена статистическими данными и объясняется более высокими темпами индустриализации в развивающемся мире по сравнению с развитыми странами [1]. Особенностью УПЭ развитых стран в последние десятилетия стало прекращение его роста, а в ряде случаев и снижение, обусловленное более эффективным использованием энергии в сочетании с энергосбережением [4, 5]. Так, в 1990–2018 гг. УПЭ Швеции уменьшилось более чем на 13 % (до 13,2 МВт·ч/год на чел.); Канады – на 8 % (до 14,3 МВт·ч/год на чел.); Великобритании – на 7 % (до 4,6 МВт·ч/год на чел.). В 2000–2018 гг. снижение УПЭ стало отличительной чертой Норвегии (с 24,9 до 23,7 МВт·ч/год на чел.), США (с 12,9 до 12,2 МВт·ч/год на чел.) и Австралии (с 9,8 до 9,3 МВт·ч/год на чел.); в 2006–2018 гг. – Германии (с 6,6 до 6,4 МВт·ч/год на чел.), Италии (с 5,5 до 5 МВт·ч/год на чел.) и Франции (с 7 до 6,6 МВт·ч/год на чел.). Неизменно УПЭ в Нидерландах на уровне 6,73 МВт·ч/год на чел. на протяжении 2006–2018 гг. При этом на фоне качественно иной демографической динамики развивающихся стран по сравнению с развитыми рост УПЭ Китая за 1990–2018 гг. составил 842 % (до 4,43 МВт·ч/год на чел.), Индонезии – 486 % (до 0,88 МВт·ч/год на чел.), Индии – 268 % (до 0,92 МВт·ч/год на чел.), Турции – 252 % (до 3,06 МВт·ч/год на чел.), Мексики – 85 % (до 2,21 МВт·ч/год на чел.), Бразилии – 72 % (до 2,5 МВт·ч/год на чел.).

Таким образом, для развитых стран характерны стабилизация, а в ряде случаев и уменьшение потребления электроэнергии каждым жителем (при сокращении численности населения), а для развивающихся – рост этих показателей. В результате все больше увеличивается доля развивающихся стран в мировом электропотреблении.

Цель статьи – проанализировать электропотребление российских регионов и выявить закономерности изменения его динамики во взаимосвязи с обеспечением структурной устойчивости экономики.

### **Объект и методы исследования**

*Анализ потребления электроэнергии в российских регионах в 1990–2018 гг.* В России в целом потребление электроэнергии в 2016 г. достигло уровня 1990 г. (1073,839 млрд кВт·ч) и к 2018 г. увеличилось на 3 % (до 1108,134 млрд кВт·ч). Если в 1990 г. УПЭ составляло 7,27 МВт·ч/год на чел., то в 2018 г. – 7,54 МВт·ч/год на чел. Более чем за четверть века рост УПЭ не превысил 3,7 %, а его динамика приобрела характерный для развитых стран асимптотический характер. Вместе с тем более чем в 60 % российских регионов УПЭ увеличилось. Избирательное рассмотрение динамики электропотребления в отдельных регионах используется в качестве аргумента для увеличения энергетических мощностей. В результате за десятилетие (2008–2017 гг.), прошедшее после завершения рефор-

мы электроэнергетики, введено в эксплуатацию 39,8 ГВт новых энергетических мощностей, в том числе 30,6 ГВт ТЭС. Однако это не привело к повышению электропотребления в стране, что подтверждается показателями 1990 и 2018 гг. При этом более высокий рост мощности электростанций по сравнению с ростом потребления ведет к снижению коэффициента использования установленной мощности всей энергосистемы, увеличению удельного расхода топлива на производство электроэнергии, издержек на ее выработку [6]. Поэтому при анализе особенностей регионального электропотребления требуется не избирательный подход в границах одного региона, где обоснованность роста мощности энергосистемы не вызывает никаких сомнений, а системный.

В первом приближении можно выделить три группы регионов (на 2018 г.): с высоким УПЭ (более 8,5 МВт·ч/год на чел.); со средним УПЭ (от 4 до 8,5 МВт·ч/год на чел.); с низким УПЭ (менее 4 МВт·ч/год на чел.) (рис. 1).

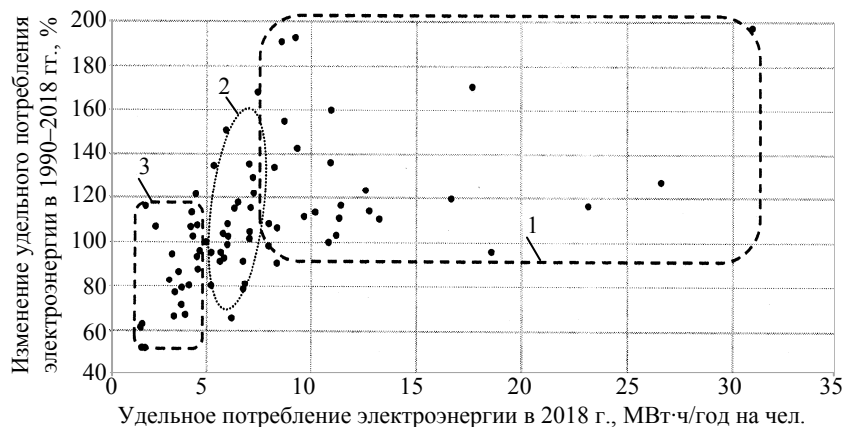


Рис. 1. Распределение регионов по удельному потреблению электроэнергии:  
1 – с высоким уровнем; 2 – средним; 3 – низким [7, 8]

Fig. 1. Distribution of regions by specific electricity consumption:  
1 – of a high level; 2 – of a medium level; 3 – of a low level [7, 8]

Для регионов первой группы (рис. 1, область 1) характерно увеличение УПЭ. По истечении 28 лет с точностью до 4 % этот показатель остался неизменным только в Красноярском крае (18,6 МВт·ч/год на чел.), Свердловской и Челябинской областях (11,2 и 10,8 МВт·ч/год на чел.). В пределах 11–17 % УПЭ выросло в Ленинградской, Иркутской, Белгородской, Липецкой и Кемеровской областях, Республике Карелии и Пермском крае. Отметим регионы, где УПЭ увеличилось в наибольшей степени: Хакасия, Сахалинская и Калужская области (более чем на 90 %), Магаданская и Амурская области (более чем на 60 %), Архангельская область и Республика Якутия (более чем на 40 %), Тюменская, Вологодская и Мурманская области (более чем на 20 %). Основа валового регионального продукта (ВРП) регионов, в которых рост УПЭ превышает 20 %, – добыча полезных ископаемых и их первичная переработка (черная и цветная металлургия).

Исключением является Калужская область, где увеличение УПЭ не связано с развитием сырьевого сектора экономики, а обусловлено реализацией новых инвестиционных проектов, преимущественно в автомобилестроении. Доля автопрома в экономике данного региона в 2006–2019 гг. увеличилась с 1 до 35 % и составляет порядка 300 млрд рублей [9].

Для регионов второй группы (рис. 1, область 2) характерна разнонаправленная динамика: как снижение этого показателя в Волгоградской области на 1/3, Тульской и Курганской областях на 20 %, Чувашии и Башкирии на 19 %, так и его рост в Забайкальском крае на 69 %, на Камчатке на 51 %, в Приморье на 36 %. Как и в регионах первой группы, лидерами во второй являются территории, экономика которых ориентирована на добычу и первичную переработку полезных ископаемых, а аутсайдерами – регионы с промышленным и сельскохозяйственным производством. Во второй группе следует отметить рост УПЭ в Москве с 4,2 до 4,5 МВт·ч/год на чел. и Санкт-Петербурге с 3,9 до 5,3 МВт·ч/год на чел. В условиях возрастания доли коммунально-бытового потребления в этих городах, несмотря на появление практически в каждом домохозяйстве новых типов электроприборов (всевозможной цифровой техники, стиральных машин-автоматов и т. п.), увеличение доли электроплит, рост оказался весьма незначительным, а уровень УПЭ остается ниже среднероссийского показателя.

Развитым странам присуща общая закономерность – более низкий уровень УПЭ в столице и крупных городах по сравнению со средним значением. В 2008 г. соотношение между удельным потреблением Нью-Йорка и США (7,8 и 12,0 МВт·ч/год на чел.) составляло 0,6; Торонто и Канады (11,8 и 17,0 МВт·ч/год на чел.) – 0,69; Лондона и Великобритании (5,1 и 7,0 МВт·ч/год на чел.) – 0,73; Токио и Японии (6,3 и 8,1 МВт·ч/год на чел.) – 0,78 [10]; Москвы и России (4,5 и 7,3 МВт·ч/год на чел.) – 0,62. В результате вывода промышленных предприятий за пределы мегаполиса и изменения профиля деятельности промзон УПЭ Москвы практически не изменилось за 28 лет и наиболее близко в этом ряду к соотношению США/Нью-Йорк, характерному для страны, в значительной степени самообеспеченной природными ресурсами, с развитой добывающей промышленностью. Прогнозируется, что электропотребление жителя Торонто в 2006–2030 гг. снизится на 31 % с 11,8 до 8,14 МВт·ч/год на чел. [11] и в итоге будет выше показателя Российской Федерации по состоянию на 2018 г. на 8 %, Москвы на 81 %, Санкт-Петербурга на 53 %.

В третьей группе (рис. 1, область 3) УПЭ в 1990–2018 гг. снижалось, рост отмечается только в республиках Дагестан (на 16 %) и Тыва (на 7 %). Наибольшее снижение УПЭ произошло в Чеченской Республике и Республике Северная Осетия (более чем на 47 %) (табл. 1). В республиках Кабардино-Балкария, Марий Эл, Калмыкия и Ивановской области УПЭ уменьшилось более чем на 1/3, в Ставрополье, Тамбовской и Орловской областях – более чем на 20 %. Также УПЭ снизилось в Брянской, Пензенской и Псковской областях. Ниже 3,3 МВт·ч/год на чел. в Крыму, Адыгее, Карачаево-Черкесии, Ингушетии. Двенадцать регионов-аутсайдеров (кроме

республик Тыва и Алтай) расположены на юге России, уровень УПЭ в них не превышает 3,2 МВт·ч/год на чел.

Таблица 1

**Удельное потребление электроэнергии в регионах  
с низкой электровооруженностью [7, 8]**

**Specific electricity consumption in regions of low specific electric power capacity [7, 8]**

| №<br>п/п | Регион                     | Удельное потребление<br>электроэнергии,<br>МВт·ч/год на чел. |            |      | Изменение удельного потребления<br>электроэнергии, вычисленное<br>как соотношение показателя<br>в конце периода к его значению<br>в начале периода |            |           |
|----------|----------------------------|--|------------|------|--|------------|-----------|
|          |                            | 1990   | 2013       | 2018 | 1990–2018  | 1990–2012  | 2013–2018 |
| 1        | Ингушетия                  | нет данных   | 1,4        | 1,6  | нет данных   | нет данных | 1,11      |
| 2        | Кабардино-<br>Балкария     | 3,0  | 1,7        | 1,9  | 0,62   | 0,58       | 1,08      |
| 3        | Чечня                      | 3,6  | 1,8        | 1,9  | 0,53   | 0,49       | 1,07      |
| 4        | Калмыкия                   | 3,1  | 1,7        | 2,0  | 0,63   | 0,53       | 1,17      |
| 5        | Дагестан                   | 1,8  | 1,7        | 2,1  | 1,16   | 0,69       | 1,23      |
| 6        | Северная Осетия-<br>Алания | 4,0  | 3,2        | 2,1  | 0,52   | 0,77       | 0,65      |
| 7        | Тыва                       | 2,4  | 2,3        | 2,5  | 1,07   | 0,97       | 1,08      |
| 8        | Алтай                      | нет данных   | 2,6        | 2,7  | нет данных   | нет данных | 1,05      |
| 9        | Карачаево-<br>Черкессия    | нет данных   | 2,9        | 3,0  | нет данных   | нет данных | 1,04      |
| 10       | Адыгея                     | нет данных   | 2,9        | 3,2  | нет данных   | нет данных | 1,09      |
| 11       | Крым                       | 4,4  | нет данных | 3,2  | 0,73   | нет данных | 1,10*     |
| 12       | Брянская область           | 3,9  | 3,3        | 3,2  | 0,83   | 0,85       | 0,97      |
| 13       | Псковская область          | 3,5  | 3,0        | 3,3  | 0,95   | 0,91       | 1,11      |
| 14       | Ивановская область         | 5,2  | 3,3        | 3,4  | 0,67   | 0,65       | 1,04      |
| 15       | Тамбовская область         | 4,5  | 3,2        | 3,5  | 0,77   | 0,70       | 1,09      |
| 16       | Пензенская область         | 4,2  | 3,4        | 3,6  | 0,87   | 0,80       | 1,06      |
| 17       | Ставрополье                | 5,3  | 3,6        | 3,8  | 0,72   | 0,71       | 1,04      |
| 18       | Орловская область          | 4,8  | 3,6        | 3,8  | 0,80   | 0,76       | 1,04      |
| 19       | Марий Эл                   | 5,9  | 4,5        | 4,0  | 0,67   | 0,77       | 0,88      |

**Примечание:** \* – изменение за 2015–2018 гг.

В результате совместного анализа динамики численности населения и объемов электропотребления выявлена следующая закономерность. Происходит перераспределение населения с северных территорий с высоким УПЭ (Мурманской, Вологодской, Архангельской, Иркутской, Магаданской, Кемеровской, Амурской областей, Пермского края, республик Коми и Карелия, Чукотки и т. д.) в регионы со значительно более низким УПЭ – столичные агломерации (Москва, Санкт-Петербург, Московская и Ленинградская области) и на юг страны (Кубань, регионы Северо-Кавказского федерального округа. Поэтому несмотря на рост УПЭ в большинстве регионов по отдельности, в целом по стране этот показатель практически постоянен.

*Взаимосвязь УПЭ и рентабельности экономической деятельности региона.* Согласно Большому энциклопедическому словарю, электрифика-

ция – это широкое внедрение в производство и быт электрической энергии для повышения производительности труда и эффективности производства. Поэтому УПЭ является одним из определяющих факторов производительности труда и уровня социально-экономического развития региона. Рассмотрим взаимосвязь УПЭ с такой интегральной характеристикой деятельности региональных экономик, комплексно отражающей степень эффективности использования материальных, трудовых, денежных ресурсов и природных богатств, как рентабельность. На рис. 2 представлена взаимосвязь УПЭ и рентабельности проданных товаров, работ, услуг, позволяющая констатировать:

- крайне низкую, а в ряде случаев отрицательную рентабельность продажи товаров, работ, услуг в регионах с УПЭ менее 3 МВт·ч/год на чел.;
- возрастание рентабельности по мере увеличения УПЭ до 13,5 МВт·ч/год на чел.;
- снижение рентабельности проданных товаров, работ, услуг при возрастании УПЭ более 13,5 МВт·ч/год на чел., что стало иметь более выраженный характер в 2017 г. по сравнению с 2015 г.

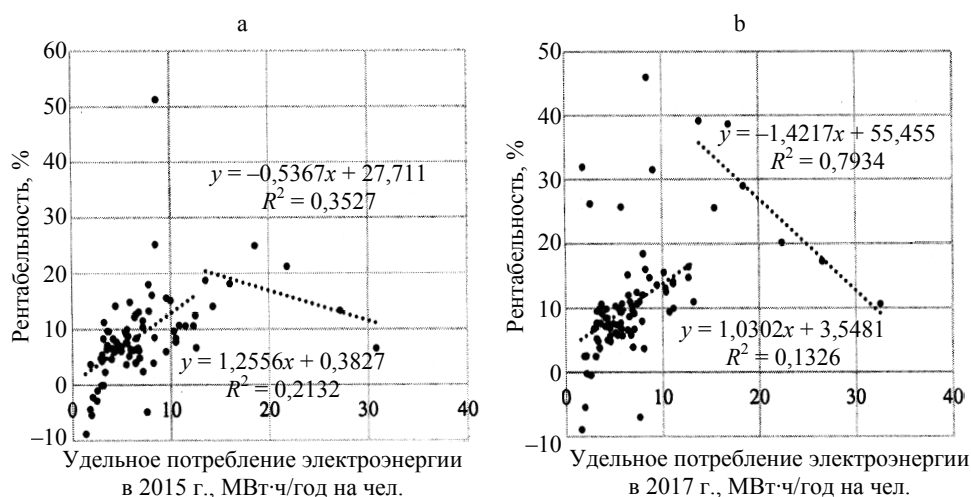


Рис. 2. Взаимосвязь удельного потребления электроэнергии и рентабельности проданных товаров, работ, услуг [7, 8, 12]

Fig. 2. The relationship of specific electricity consumption and profitability of goods, works, services sold [7, 8, 12]

*Электропотребление российских регионов как техноценоза.* Для детального исследования полученных зависимостей и выявления закономерностей динамики их изменения применена методология теории техноценозов [13, 14]. Техноценоз – это определенная исторически сложившаяся, взаимосвязанная совокупность субъектов и объектов социокультурно-технической сферы, имеющих отношение к производству и потреблению. Для техноценоза существует понятие развития как необходимого, существенного, необратимого, содержательного, целенаправленного изменения (движения во времени). Внутривидовой и межвидовой отборы определяют

вектор развития техноценоза, задавая динамику структуры и обеспечивая ее устойчивость [15].

Если все регионы расположить по объему потребления электроэнергии, получим  $H$ -распределение  $A(x) = A_1/x^\beta$ , где  $x$  – порядковый номер региона,  $\beta$  – характеристический параметр техноценоза. Российские регионы с достоверностью 0,8 являются техноценозами: суммарно на долю первых шести регионов-лидеров (Тюменской, Иркутской, Свердловской, Московской областей, Москвы и Красноярского края) приходилось 32,5 % всего электропотребления в стране; доля шести регионов с минимальным потреблением (республики Калмыкия, Алтай, Тыва, Карачаево-Черкессия, Чукотский автономный округ, Еврейская автономная область) всего 0,43 %. Годовое электропотребление в Тюменской области и Республике Калмыкии различается в 182 раза. Как элементы любого техноценоза, они имеют слабые связи [16]. Распределение регионов по объему электропотребления с точки зрения теории техноценозов исследовалось на протяжении 20 лет [16], но его закономерности изучены недостаточно.

Для анализа УПЭ регионов также применимо  $H$ -распределение. По сути УПЭ является мультипликативной сверткой двух негауссовых распределений: численности населения в регионе и объема потребления электроэнергии. По абсолютному значению наибольшее УПЭ в 2018 г. в Республике Хакасии и Тюменской области (30,9 и 26,6 МВт·ч/год на чел.), наименьшее – в республиках Ингушетии и Кабардино-Балкарии (1,6 и 1,9 МВт·ч/год на чел.). Соотношение максимального и минимального УПЭ в России составляет чуть меньше 20-кратной величины. Столь высокая дифференциация, превышающая разницу УПЭ развитых стран, – следствие диспропорций развития российской экономики, накопленных в предыдущие десятилетия.

Различия в объеме электропотребления Республики Алтай и Тюменской области, республик Ингушетии и Татарстан, Псковской и Московской областей обусловлены объективными предпосылками (площадью, численностью населения и т. п.). Но причин для 20-кратного различия в электропотреблении на душу населения граждан одного государства, проживающих в разных регионах, таких предпосылок значительно меньше. Сокращение разрыва в потреблении электроэнергии на человека – долгосрочная закономерность развития мировой экономики, поскольку в результате повышения благосостояния жителей развивающихся стран исторические причины их энергетической бедности переходят на второстепенный план. В пределах одного государства жители регионов с УПЭ, отличающимся в 20 раз, не обладают равными возможностями для развития различных видов экономической деятельности. Из столь существенной дифференциации УПЭ следует, что в экономическом пространстве, которое на протяжении более чем сотни лет является единым, в настоящее время объединены регионы с уровнем электровооруженности, характерным для развитых и развивающихся стран.



Дифференциация элементов техноценоза определяется коэффициентом  $\beta$  в формуле  $H$ -распределения и показывает качественную трансформацию, произошедшую в российской экономике. После быстрого роста абсолютной величины дифференциации регионов по объему электропотребления в 1990–1995 гг. темп дальнейшего расхождения снизился, но общая тенденция осталась неизменной в последующие 15 лет. Качественные изменения направленности процесса произошли в 2012 г., когда началось снижение дифференциации (рис. 3).

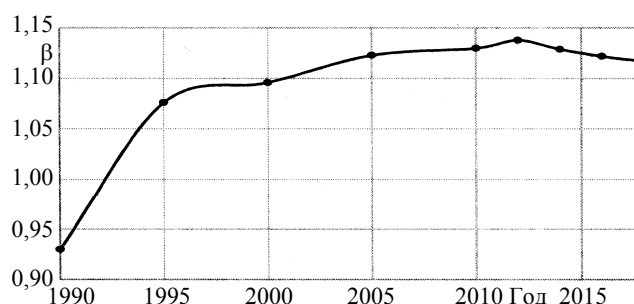


Рис. 3. Динамика коэффициента  $\beta$  в  $H$ -распределении регионов по объему электропотребления [7, 8]

Fig. 3. Dynamics of the coefficient  $\beta$  in the  $H$ -distribution of regions by volume of electricity consumption [7, 8]

### Полученные результаты и обсуждение

Исследование особенностей регионального электропотребления с использованием инструментария управления устойчивостью экономических систем на основе теории техноценозов [17–19] позволило выразить закономерности, отражающие происходившие в России процессы: накопление структурных диспропорций национальной экономики (в частности, рост дифференциации регионов в 1990–2012 гг.), начало качественных изменений, переход к росту структурной устойчивости экономики как системы после 2012 г.

В развивающихся странах лимитирующий фактор электропотребления – возможность производства электроэнергии при существующем состоянии энергосистемы. В российских же регионах с УПЭ менее 4 МВт·ч/год на чел. проблема заключается не в увеличении производства электроэнергии, не в ее передаче из соседних регионов, а в отсутствии роста потребления при текущем уровне социально-экономического развития. Низкое электропотребление обусловлено слабой развитостью промышленности и сельского хозяйства. И если в развивающихся странах по мере развития этих секторов экономики в 1990–2018 гг. УПЭ повысилось на десятки, а в ряде случаев и на сотни процентов, то для российских регионов-аутсайдеров характерна противоположная тенденция – снижение электропотребления на душу населения. Скромный рост УПЭ в Дагестане и Тыве за четверть века – это старт с низкой базы, несопоставимый с динамикой развивающихся стран, и он лишь подтверждает данное утверждение. Узкое место – это не энергодефицитность регионов, не технические ограничения увеличения производства электроэнергии [20]. Соответственно, вывод о необходимости наращивания энергетических мощностей и строительства

новых электростанций, который может быть получен при рассмотрении проблемы на мезоэкономическом, отраслевом уровне электроэнергетики как отдельной системы, является неверным.

Согласно закону наименьших, устойчивость целого зависит от наименьших относительных сопротивлений всех его частей во всякий момент [20]. Поэтому усилия необходимо сфокусировать на развитии сектора потребления электроэнергии с целью сокращения расхождения российских регионов по величине УПЭ на первом этапе до семикратной величины – значения, сопоставимого с пятикратной разницей в УПЭ развитых стран. Однако в настоящее время действует механизм, направленный на дальнейшее увеличение региональной дифференциации по объему электропотребления. Если в «Тюменьэнерго», «Белгородэнерго», «Кузбассэнерго» потери на передачу электроэнергии не превышают 7 %, то в «Мариэнерго» они составляют 20,6 %, «Костромаэнерго» – 22,4, «Псковэнерго» – 23,4, «Бурятэнерго» – 23,6, «Дальэнерго» – 24,6, «Дагестанэнерго» – 29,8, «Калмыэнерго» – 33,6 %. Данный факт не объясняется только коммерческими потерями, снижение которых в той или иной степени происходит во всех регионах, а отражает общую закономерность. В регионах с наименьшими удельными потерями электроэнергии доля промышленного потребления превышает 70 %, в отличие от регионов – антилидеров по удельным сетевым потерям. В Дагестане промышленность занимает 8,5 % ВРП, в Калмыкии – 5,5 %. Доля потерь в сетях 0,4–10 кВ составляет 60 % суммарных потерь электроэнергии в стране. Учитывая, что нагрузка электрических сетей 0,4 кВ будет увеличиваться в связи с опережающим ростом бытового потребления электроэнергии, доля потерь в распределительных сетях в ближайшие годы также будет расти [21].

Несмотря на изменение динамики коэффициента  $\beta$  в  $H$ -распределении регионов по объему электропотребления, в российской экономике продолжают нарастать структурные деформации. При выборе локализации новых проектов, наряду с уровнем развитости транспортной инфраструктуры, наличием рынков сбыта, сырьевой базы, немаловажным фактором инвестиционной привлекательности является соотношение стоимости электроэнергии для промышленных и сельскохозяйственных потребителей с аналогичными показателями в соседних регионах. В результате появляется положительная обратная связь: по мере снижения промышленного производства растут потери электроэнергии и, как следствие, цены на электроэнергию. То есть создаются условия, при которых промышленное и сельскохозяйственное производство перетекает в соседние регионы с меньшим уровнем потерь и, соответственно, более низкими издержками энергообеспечения. А регионы-аутсайдеры становятся все менее привлекательными для развития бизнеса и продолжают сокращать промышленное производство [6]. Фактически происходит все более интенсивное вытеснение из регионов с низкой долей промышленности любых форм экономической деятельности. Причина роста интенсивности этого негативного процесса заключается в повышении стоимости электроэнергии для предприятий и населения в 2008–2017 гг., которое опередило инфляцию в 1,6 раза для предприятий и в 1,3 раза для населения [22]. Это повысило степень влияния на социально-экономическое развитие регионов положительной обратной связи: рост удельных потерь в электросетях, повышение цен на электроэнергию, вытеснение любых форм экономической деятельности в соседние

регионы с меньшими издержками энергоснабжения, миграция населения в экономически более благополучные регионы, снижение электропотребления в регионах-аутсайдерах, дальнейший рост удельных потерь электроэнергии. Таким образом, под влиянием объективного фактора – увеличения стоимости электроэнергии происходит интенсификация разделения регионов по двум группам: с относительно благоприятными условиями для развития всевозможных форм экономической деятельности или со снижением структурной устойчивости экономики (регионы-аутсайдеры).

Тектология говорит о перспективах эволюционирования такой системы: «Для положительного подбора в природе, т. е. для сохранения или развития данного комплекса в данной среде, требуется, чтобы была благоприятна вся совокупность условий среды; для отрицательного подбора, т. е. дезорганизации данного комплекса, достаточно одного неблагоприятного условия, непригодности хотя бы в одном отношении к одной части среды. Для ослабления, а затем и гибели организма нет надобности в нарушении всех или многих условий: вопрос решается отсутствием одного из них» [20].

Расхождение элементов системы – необратимый процесс. «Разделенные части комплекса впоследствии могут быть вновь объединены между собой; но это никогда не будет простым воссозданием прежнего комплекса» [20]. Поэтому крайне актуально поддерживать начавшийся в 2012 г. процесс схождения российских регионов по объему электропотребления, пока не начались необратимые последствия расхождения уровня социально-экономического развития различных территорий. Решением данной проблемы является не увеличение энергетических мощностей для роста производства электроэнергии, не повышение электропотребления в энергообеспеченных регионах, особенно с УПЭ более 12 МВт·ч/год на чел. (для них характерно снижение рентабельности проданных товаров, работ, услуг по мере роста энергоемкости производимой продукции), а повышение инвестиционной привлекательности регионов с низкой электровооруженностью, в частности создание условий для повышения спроса на электроэнергию. Примером развития в этом направлении является экономика Беларуси, где в 1990 г. УПЭ составляло 3,89 МВт·ч/год на чел. Столь скромный стартовый уровень был характерен только для Брянской и Псковской областей (3,85 и 3,53 МВт·ч/год на чел.), расположенных в сопоставимых климатических условиях. Другие регионы с более низкой электровооруженностью (Кабардино-Балкария, Чечня, Калмыкия, Дагестан и Тыва) находятся в иных климатических условиях и характеризуются существенно отличающейся, менее продолжительной историей становления производительных сил. Экономическая политика, направленная на рост потребления электроэнергии, привела к росту УПЭ в 2013–2018 гг. на 24,1 % и еще на 4,2 % в 2019 г. В итоге УПЭ в Беларуси в 2013–2019 гг. увеличилось на 29,3 % и составило 4,3 МВт·ч/год на чел.

В соответствии с общим законом спроса и предложения, для увеличения потребления какого-либо ресурса следует снизить его цену. Рост электропотребления – это повышение доступности электроэнергии. Данный процесс должен иметь целенаправленный характер. Задачей экономической политики является стимулирование развития ИТ-сферы, промышленного, сельскохозяйственного производства, интенсификация бизнес-процессов, а не расширение перечня регионов с дотируемой электроэнергией. Поэтому снижение цен на электроэнергию следует произвести не для всех

потребителей, а в тех отраслях экономики, где данная мера приведет к росту электропотребления, необходимого для повышения производительности труда. Это все группы потребителей, за исключением жилищно-коммунального хозяйства и населения.

Государственное регулирование цен на энергоносители с целью устранения накопленных дисбалансов социально-экономического развития во все не противоречит основам рыночной экономики. Например, в Великобритании правительством разработана схема субсидирования мероприятий по повышению эффективности систем отопления частных домовладений и снижению энергетических потерь [23]. Ожидание решения проблемы такого рода без государственного вмешательства в надежде на самоорганизацию отрасли является неконструктивным. «В настоящее время отрасль в финансовом отношении процветает, и энергокомпаниям ничего менять не хочется, так как сегодня в электроэнергетику перекачиваются из реального сектора экономики сотни миллиардов рублей, и отказываться от таких денег энергокомпания не согласны. Они для этого пролоббировали принятие соответствующей нормативно-правовой базы в условиях, когда потребители оказались не организованы для защиты своих интересов, а государство как нормативно-правовой регулятор отношений в обороте электроэнергии и ценовой политике не смогло обеспечить баланс экономических интересов, тем самым запустив энергетический тормоз развития экономики» [24].

Результатом роста потребления электроэнергии промышленными, сельскохозяйственными и иными потребителями будет синергический эффект, заключающийся для экономики в появлении новых точек роста, создании рабочих мест, повышении бюджетных доходов всех уровней, а для электроэнергетики – в снижении потерь в электрических сетях.

В заключение следует вспомнить, что в структуре сметы плана ГОЭЛРО на развитие энергетики (строительство электростанций и электросетей) предусматривалось 7 % от общей суммы капитальных затрат, на транспорт – 47 %, обрабатывающую индустрию – 29 %, добывающие отрасли – 17 % [25]. Начиная с первых шагов становления советской энергетики, объем финансирования развития сектора потребления кратно превосходил затраты на строительство электростанций и электросетевой инфраструктуры. Стимулирование развития сектора электропотребления в регионах с УПЭ менее 4 МВт·ч/год на чел. и повышение в них производительности труда является задачей, имеющей стратегическое значение для обеспечения структурной устойчивости социально-экономического развития России. Без ее решения у граждан регионов с уровнем электровооруженности развитых и развивающихся стран едва ли сможет сохраняться ощущение принадлежности к единому экономическому пространству.

## **ВЫВОДЫ**

1. Мировой рост потребления электроэнергии – долгосрочная тенденция, которая сохранится еще многие десятилетия. Однако в развитых и развивающихся странах динамика изменения электропотребления различается. Рассмотрение удельного потребления электроэнергии на душу населения позволяет отделить изменение электропотребления, вызванное изменением количества населения и хозяйственной деятельности. В развитых странах с 2000-х гг. удельное потребление электроэнергии приобрело

асимптотический характер, а в некоторых из них стало снижаться. В итоге мировой рост электропотребления преимущественно обеспечивается за счет развивающихся стран. Результатом является снижение дифференциации по удельному потреблению электроэнергии на душу населения между этими двумя группами стран.

2. В отличие от общемировой тенденции, в России в 1990–2012 гг. непрерывно повышалось различие регионов по удельному потреблению электроэнергии на душу населения. В условиях, когда дифференциация электрооборуженности регионов приближается к 20-кратному значению, возникают риски снижения структурной устойчивости системы – ее способности обеспечивать свое функционирование в изменяющихся воздействиях внешней среды.

3. Повышение структурной устойчивости возможно путем сокращения разрыва в электрооборуженности различных регионов. Особенностью российских регионов-аутсайдеров является отсутствие роста удельного потребления электроэнергии (особенно на юге), тогда как в развивающихся странах этот показатель увеличивается. Проблема не имеет решения на отраслевом уровне электроэнергетики, поскольку обусловлена не отсутствием энергетических мощностей или возможностей передачи электроэнергии из соседних регионов, а недостаточным развитием промышленного и сельскохозяйственного производства в регионах с удельным потреблением электроэнергии менее 4 МВт·ч/год на чел. В данном случае необходимо развитие сектора потребления энергии – создание новых промышленных и сельскохозяйственных предприятий, в первую очередь в регионах-аутсайдерах. Эти процессы начались, и после 2012 г. произошло качественное изменение динамики удельного потребления электроэнергии. Рост дифференциации объемов электропотребления в 1990–2012 гг. сменился ее уменьшением в 2013–2018 гг. Но темпы снижения расхождения недостаточны, поэтому требуется государственная поддержка по созданию промышленных и сельскохозяйственных предприятий в регионах с низким уровнем электропотребления.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Велихов, Е. П. Энергетика в экономике мира XXI века / Е. П. Велихов // Труды Московского физико-технического института. 2011. Т. 3, № 4. С. 6–15.
2. World Energy Outlook (WEO-2018) [Electronic Resource]. Mode of access: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2018>. Date of access: 12.09.2020.
3. Огороков, В. Р. Интеллектуальные энергетические системы: технические возможности и эффективность / В. Р. Огороков, И. О. Волкова, Р. В. Огороков // Академия энергетики. 2010. № 3. С. 74–82.
4. Грунтович, Н. В. Влияние структуры потребления топливно-энергетических ресурсов предприятия при внедрении мероприятий по энергосбережению / Н. В. Грунтович, Е. П. Шенец // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. 2014. № 2. С. 58–66.
5. Шенец, Е. Л. Оценка энергоэффективности промышленных печей на основе моделирования режимов потребления топлива / Е. Л. Шенец // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. 2022. Т. 65, № 2. С. 169–180. <https://doi.org/10.21122/1029-7448-2022-65-2-169-180>.
6. Maza, A. The World per Capita Electricity Consumption Distribution: Signs of Convergence? / A. Maza, J. Villaverde // Energy Policy. 2008. Vol. 36, Iss. 11. P. 4255–4261. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.07.036>.
7. Потребление электроэнергии по субъектам Российской Федерации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/el-potr.xls>.

8. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13282>.
9. Доля автопрома в экономике Калужской области за 13 лет выросла с 1 % до 35 % [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tass.ru/ekonomika/7038823>. Дата доступа: 12.05.2021.
10. Некрасов, С. А. Возобновляемая энергетика: перспективы корректировки развития энергоснабжения в России / С. А. Некрасов, И. Д. Грачев // Проблемы прогнозирования. 2020. № 1. С. 99–109.
11. Energy Efficiency and Beyond. Toronto's Sustainable Energy Plan. 2007 [Electronic Resource]. Mode of access: <http://www.toronto.ca/legdocs/mmis/2007/pe/bgrd/backgroundfile-4989.pdf>. Date of access: 12.05.2021.
12. Рентабельность проданных товаров, работ, услуг [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://fedstat.ru/indicator/51643>.
13. Кудрин, Б. И. Классика технических ценозов: Общая и прикладная ценология / Б. И. Кудрин. Томск: ТГУ – Центр системных исследований, 2006. 220 с. (Ценологические исследования; вып. 31).
14. Гнатюк, В. И. Закон оптимального построения техноценозов / В. И. Гнатюк. М.: ТГУ – Центр системных исследований, 2005. 384 с. (Ценологические исследования; вып. 29).
15. Симонов, Н. С. Начало электроэнергетики Российской империи и СССР как проблема техноценоза / Н. С. Симонов. М.: Инфра-Инженерия, 2017. 640 с.
16. Кудрин, Б. И. Энергоэффективность: рейтинг российских регионов по электропотреблению за 1990–2010 гг. / Б. И. Кудрин // Электрика. 2010. № 8. С. 3–15.
17. Кузьминов, А. Н. Управление устойчивостью региона: ценологическая модель / А. Н. Кузьминов // Экономика региона. 2009. Т. 7, № 2. С. 142–152.
18. Кузьминов, А. Н. Ценологические особенности моделирования регионального рынка как механизма распределения ресурсов / А. Н. Кузьминов // Экономический вестник Ростовского государственного университета. 2007. Т. 5, № 4, ч. 2. С. 127–131.
19. Фуфаев, В. В. Экономические ценозы организаций / В. В. Фуфаев. Абакан: Центр системных исследований, 2006. 86 с.
20. Богданов, А. А. Тектология: Всеобщая организационная наука: в 2 кн. / А. А. Богданов. М.: Экономика, 1989. Т. 2. 352 с.
21. Черкасова, Н. И. Основы управления техногенными рисками и эффективностью функционирования систем электроснабжения сельскохозяйственных потребителей: дис. ... д-ра техн. наук. Барнаул: АГТУ им. И. И. Ползунова, 2017. 365 с.
22. «10+10»: Энергетика РФ в ожидании новой реформы для выхода из инвестиционной паузы [Электронный ресурс] // АКРА. Режим доступа: <https://www.acra-ratings.ru/research/691>. Дата доступа: 18.04.2021.
23. Energy Company Obligation 2018–2022. Policy Guidance for Obligated Suppliers, Manufacturers and Installers on Applying for Demonstration Actions, Innovation Score Uplifts and Insitu Performance. [Electronic Resource]. 2019. Mode of access: [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/920296/energy-company-obligation-guidance-2018-2022.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/920296/energy-company-obligation-guidance-2018-2022.pdf).
24. Кутовой, Г. П. 80 лет: формула успеха / Г. П. Кутовой // Региональная энергетика и энергосбережение. 2017. № 5–6. С. 23–26.
25. Гвоздецкий, В. Л. План ГОЭЛРО – стратегическая программа социально-экономического и научно-технического развития Советского государства / В. Л. Гвоздецкий // Слово: образовательный портал. Режим доступа: <http://www.portal-slovo.ru/impressionism/36313.php>. Дата доступа: 18.04.2021.

Поступила 08.06.2021 Подписана в печать 08.11.2022 Опубликована онлайн 31.03.2023

#### REFERENCES

1. Velikhov E. P. (2011) Energetics in the 21<sup>st</sup> Century Global Economy. *Trudy Moskovskogo Fiziko-Tekhnicheskogo Instituta = Proceedings of the Moscow Institute of Physics and Technology*, 3 (4), 6–15 (in Russian).
2. World Energy Outlook 2018. Available at: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2018> (accessed 09.12.2020).
3. Okorokov V. R., Volkova I. O., Okorokov R. V. (2010) Intelligent Energy Systems: Technical Capabilities and Efficiency. *Akademiya Energetiki [Academy of Energy]*, (3), 74–82 (in Russian).

4. Gruntovich N. V., Shenets E. L. (2014) Influence of Consumption Structure for Enterprise While Introducing Energy Saving Measures. *Energetika. Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii i Energeticheskikh Ob'edinenii SNG = Energetika. Proceedings of CIS Higher Education Institutions and Power Engineering Associations*, (2), 58–66 (in Russian).
5. Shenets Ya. L. (2022) Evaluation of the Energy Efficiency of Industrial Furnaces Based on the Modeling of Fuel Consumption Modes. *Energetika. Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii i Energeticheskikh Ob'edinenii SNG = Energetika. Proceedings of CIS Higher Education Institutions and Power Engineering Associations*, 65 (2), 169–180. <https://doi.org/10.21122/1029-7448-2022-65-2-169-180> (in Russian).
6. Maza A., Villaverde J. (2008) The World per Capita Electricity Consumption Distribution: Signs of Convergence? *Energy Policy*, 36 (11), 4255–4261. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.07.036>.
7. *Electricity Consumption by Constituent Entities of the Russian Federation*. Available at: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/el-potr.xls> (in Russian).
8. *The Population of the Russian Federation by Municipalities* [Electronic Resource]. Available at: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13282> (in Russian).
9. *The Share of the Automotive Industry in the Economy of the Kaluga Region Has Grown from 1 % to 35 % over 13 Years*. Available at: <https://tass.ru/ekonomika/7038823> (accessed 12.05.2021) (in Russian).
10. Nekrasov S. A., Grachev I. D. (2020) Renewable Energy: Prospects for Energy Development Correction in Russia. *Studies of Russian Economic Development*, 31 (1), 71–78. <https://doi.org/10.1134/S1075700720010104>.
11. *Energy Efficiency and Beyond. Toronto's Sustainable Energy Plan*. 2007. Available at: <http://www.toronto.ca/legdocs/mmis/2007/pe/bgrd/backgroundfile-4989.pdf> (accessed 12.05.2021).
12. *Profitability of Sold Goods, Works, Services*. Available at: <https://fedstat.ru/indicator/51643> (in Russian).
13. Kudrin B. I. (2006) *Classics of Technical Cenoses: General and Applied Cenology. Price Research. Issue 31*. Tomsk, TSU – Center for System Research. 220 (in Russian).
14. Gnatyuk V. I. (2005) *The Law of Optimal Construction of Technocenoses. Price Research. Issue 29*. Moscow, TSU – Center for System Research. 384 (in Russian).
15. Simonov N. S. (2017) *The Beginning of the Electric Power Industry of the Russian Empire and the USSR as a Problem of Technocenosis*. Moscow, Infra-Inzheneriya Publ. 640 (in Russian).
16. Kudrin B. I. (2010) Energy Efficiency: Rating of Russian Regions by Electricity Consumption for 1990–2010. *Electrica = Electrics*, (8), 3–15 (in Russian).
17. Kuzminov A. N. (2009) Management of the Stability of the Region: a Cenological Model. *Ekonomika Regiona* [Economics of the Region], (2), 142–152 (in Russian).
18. Kuzminov A. N. (2007) Cenological Features of Regional Market Modeling as a Resource Allocation Mechanism. *Ekonomicheskii Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta* [Economic Herald of the Rostov State University], 5 (4), Part 2, 127–131 (in Russian).
19. Fufaev V. V. (2006) *Economic Cenoses of Organizations*. Abakan, Center for System Research. 86 (in Russian).
20. Bogdanov A. A. (1989) *Tectology (General Organizational Science). Vol. 2*. Moscow, Ekonomika Publ. 352 (in Russian).
21. Cherkasova N. I. (2017) *Fundamentals of Managing Technogenic Risks and the Efficiency of Functioning of Power Supply Systems for Agricultural Consumers*. Barnaul, ASTU Named after I. I. Polzunov. 365 (in Russian).
22. “10 +10”: The Energy Sector of the Russian Federation in Anticipation of a New Reform to Exit the Investment Pause. *ACRA*. Available at: <https://www.acra-ratings.ru/research/691> (accessed 18.04.2021) (in Russian).
23. *Energy Company Obligation 2018–2022. Policy Guidance for Obligated Suppliers, Manufacturers and Installers on Applying for Demonstration Actions, Innovation Score Uplifts and In-situ Performance*. 2019. Available at: [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/920296/energy-company-obligation-guidance-2018-2022.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/920296/energy-company-obligation-guidance-2018-2022.pdf).
24. Kutovoy G. P. (2017) 80 Years Old: a Formula for Success. *Regional'naya Energetika i Energoberezhenie* [Regional Energy and Energy Saving], (5–6), 23–26 (in Russian).
25. Gvozdetzky V. L. (2004) Plan GOELRO – a Strategic Program for the Socio-Economic and Scientific-Technical Development of the Soviet State. *Slovo: Obrazovatel'nyi Portal* [Word: Educational Portal]. Available at: <http://www.portal-slovo.ru/impressionism/36313.php> (accessed 18.04.2021) (in Russian).