
УДК 620,9:338,45(100)

ЭЛЕКТРОЕМКОСТЬ ВВП. ЦЕНЫ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ ДЛЯ КОНЕЧНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И НА ШИНАХ АЭС В РОССИИ И США. СРАВНЕНИЕ В СРЕДНЕМ С МИРОМ, ОЭСР, США, КИТАЕМ И ДРУГИМИ СТРАНАМИ

© 2019 г. Б. И. Нигматулин*, **

Институт проблем энергетики, Москва, Россия

**e-mail: nb@geotar.ru*

***e-mail: b.nigmatulin@gmail.com*

Поступила в редакцию 24.10.2019 г.

После доработки 25.11.2019 г.

Принята к публикации 28.11.2019 г.

Высокий уровень электроемкости ВВП является основной причиной, ограничивающей конкурентоспособность отечественной экономики. В результате существующей тарифной политики затраты конечных потребителей в долях ВВП ставят отечественных потребителей и производителей в сознательно проигрышную ситуацию. Более высокие капитальные затраты российских атомных электростанций относительно США снижает конкурентоспособность российской атомной энергетики.

Ключевые слова: конкурентоспособность отечественной экономики, электроемкость валового внутреннего продукта, цена на электроэнергию

DOI: 10.1134/S0002331019060074

Дается анализ электроемкости ВВП и цен на электроэнергию для различных категорий конечных потребителей, в первую очередь для промышленности и домашних хозяйств (населения) в России в сравнении с другими странами. Обосновываются для России оптимальные цены на электроэнергию для конечных потребителей.

1. ЭЛЕКТРОЕМКОСТЬ ВВП РОССИИ В 2018 г. СРАВНЕНИЕ С ДРУГИМИ СТРАНАМИ

Международное сопоставление тех или иных макроэкономических характеристик различных стран в конкретном году, которые включают в себя значение ВВП страны, например, энергоемкость или электроемкость ВВП, они должны быть пересчитаны из национальной валюты не по валютному курсу \$ ЦБ, а по значению \$ ППС (ВВП) в том же году¹.

Электроемкость ВВП страны в конкретном году определяется количеством электроэнергии в кВт ч, потребленным на производство товаров и услуг, суммарная стоимость которых в ВВП для конечных потребителей составляет 1000 \$ ППС (кВт ч/1000*\$ ППС). По определению, она равна отношению величины электропотребления (нетто) в стране, приходящейся на 1000 \$ ППС (ВВП), в конкретном году.

Для последующего анализа рассмотрим электроемкость ВВП в России по сравнению с другими странами в 2018 г.

¹ Нигматулин Б.И. “Атомная энергетика Мира и России. Состояние и прогноз. 1970–2018–2040 (2050)” Изд. “МЭИ”, 2019 г.

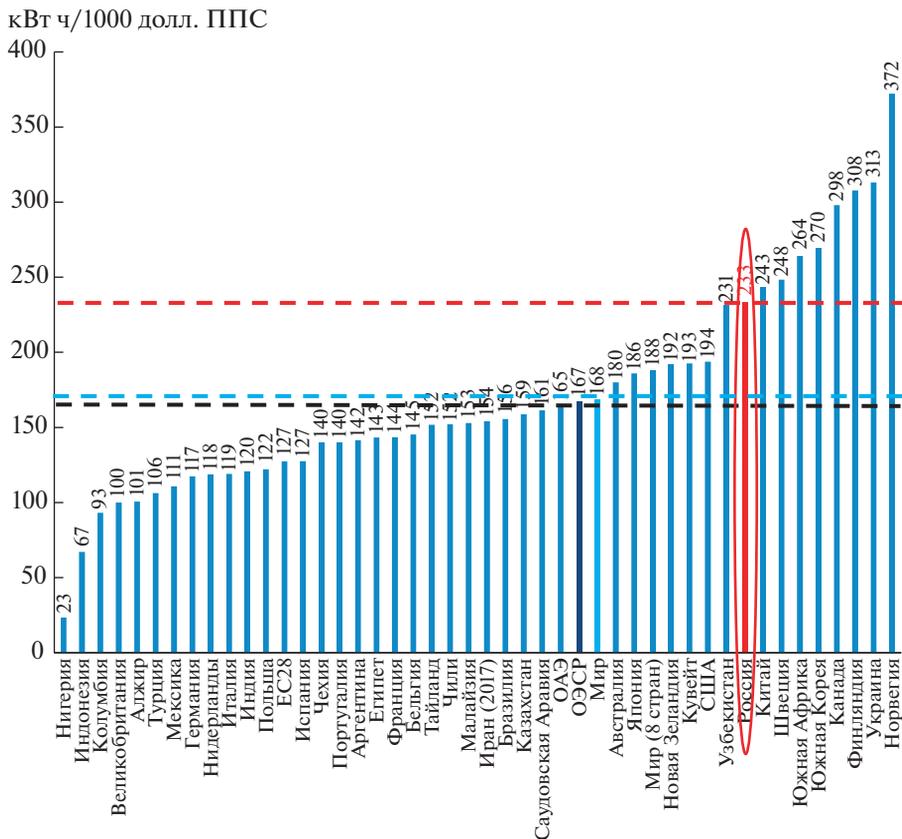


Рис. 1. Электроёмкость ВВП (кВт ч/1000 долл. ППС) в России, некоторых странах СНГ, ОЭСР, Ближнего Востока, Юго-Восточной Азии и Африки в 2018 г.

На рисунке 1 показана электроёмкость ВВП (кВт ч/1000 долл. ППС) по нарастающей в России, некоторых странах СНГ, ОЭСР, Ближнего Востока, крупнейших странах Юго-восточной Азии и Африки (всего 46 стран из 193 стран-членов ООН) в 2018 г.

Из рисунка 1 видно, что в России в 2018 г. электроёмкость ВВП равнялась 233 кВт ч/1000 долл. ППС ВВП, впереди России восемь стран – Скандинавские страны, Канада, Китай, Южная Корея, ЮАР, а также Украина, у которой большая электроёмкость из-за того, что очень сильно упал ВВП. Электроёмкость ВВП США всего на 17% меньше, чем в России, в среднем в Мире – на 1/3, в ЕС-28 – почти 1/2 российского.

На рисунке 2 в более крупном масштабе показана электроёмкость ВВП (кВт ч/1000* $\$$ ППС) по нарастающей от ОЭСР до Норвегии в 2018 г., у которых электроёмкость ВВП ниже, чем в России, до 30% – это 9 стран: ОЭСР, Мир в целом и Мир (7 стран + ЕС28, 76% мирового электропотребления) и у которых электроёмкость ВВП выше, чем в России – это 8 стран: Китай, Швеция и др., Норвегия.

В России в 2018 г. электроёмкость ВВП равнялась 233 кВт ч/1000 $\$$ ППС и оказалась значительно ниже, чем в следующих восьми странах (до 60%): в Норвегии (372), Украине (313), Финляндии (308), Канаде (298), Южной Корее (270), ЮАР (264), Швеции (248) и Китае (243), но несколько выше, чем в 9 странах (до 29%): Узбекистане (231),

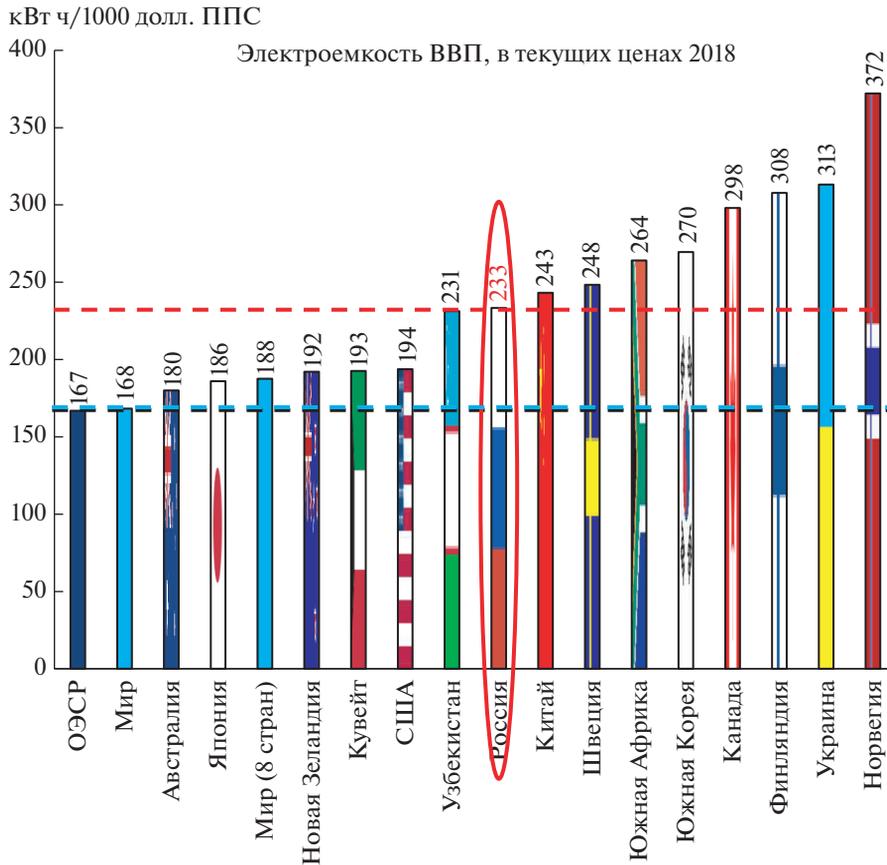


Рис. 2. Электроемкость ВВП (кВт ч/1000 долл. ППС) по нарастающей в России, отдельных странах, включая в среднем Мир (8 стран, свыше 70% электропотребления), Мир в целом и ОЭСР, в 2018 г.

США (194), Кувейт (193), Новой Зеландии (192), Японии (186), Австралии (180), Мире в целом (168) и ОЭСР (167).

В России в 2018 г. элекроемкость ВВП была выше, чем в среднем в Мире и странах ОЭСР, всего на 39 и на 20% выше, чем элекроемкость ВВП США.

2. МЕТОДОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕН НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ ДЛЯ КОНЕЧНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ В РОССИИ

В открытой базе данных Росстата не приводятся цены на электроэнергию для конечных потребителей (кроме населения), тем более дифференцированные по объему потребления и уровню напряжения. Однако в Росстате (по запросу) имеется достаточно представительная база данных по средним ценам на приобретение электроэнергии для строительных организаций. Принимается, что ее можно использовать и для всех промышленных и других потребителей (кроме населения), так как большинство строительных организаций являются средними и крупными потребителями электроэнергии, находятся в обеих ценовых зонах (Европейская часть России и Урал, а также Сибирь и Дальний Восток), то есть представляют всех промышленных и других потребителей электроэнергии независимо от места их нахождения. В среднюю цену

Таблица 1

	Тариф для домохозяйств руб./кВт ч	Тариф для пром. потр. руб./кВт ч	Общие, руб./кВт ч	Тариф, средневзвешенный в ценах 2008 года	\$ППС в руб.	Тариф для домохозяйств €/ППС/кВт ч	Тариф для пром. потр. €/ППС/кВт ч	Общий €/ПП/кВт ч
2008	1.65	2.24	2.16	2.16	14.34	11.50	15.60	15.09
2009	2.06	2.61	2.53	2.23	14.02	14.70	18.60	18.05
2010	2.32	3.11	2.99	2.43	15.82	14.70	19.70	18.89
2011	2.5	3.24	3.13	2.33	17.35	14.40	18.70	18.02
2012	2.69	3.22	3.14	2.20	18.46	14.60	17.40	16.98
2013	3.03	3.57	3.48	2.30	19.42	15.60	18.40	17.93
2014	3.15	3.93	3.80	2.35	21.01	15.00	18.70	18.08
2015	3.33	4.3	4.14	2.30	23.59	14.10	18.20	17.56
2016	3.59	4.68	4.50	2.22	24.36	14.70	19.20	18.46
2017	3.71	4.96	4.75	2.22	24.34	15.20	20.40	19.51
2018	3.87	5.19	4.97	2.27	26.06	14.90	19.90	19.06

приобретения входят: цена электроэнергии на оптовом рынке, оплата за мощность, включая оплату по договорам поставки мощности (ДПМ), транспортные (сетевые), сбытовые, посреднические и другие расходы, включая НДС².

Для населения (домашних хозяйств) в базе данных Росстата имеются средние цены (включая НДС) приобретения электроэнергии по годам для квартир без электроплит за минимальный объем потребления (до 100 кВт/ч)³. В последующем анализе будут приниматься как средние цены приобретения электроэнергии для всего населения страны (оценка снизу).

А общий тариф для всех потребителей электроэнергии в стране принимается как средневзвешенный между промышленным и другими потребителями с одной стороны, и населением, с другой стороны.

Так в России в 2018 г. суммарное конечное электропотребление равнялось 930 млрд кВт ч⁴. При этом население потребило 159 млрд кВт ч, со средней ценой – 3.87 руб./кВт ч, или 15.5 €/ППС/кВт ч (табл. 1). Это без учета перекрестного субсидирования населения в сетевом комплексе (до 368 млрд руб. в 2017 г.⁵). Вся эта нагрузка ложится на малый и средний бизнес, ЖКХ и бюджетные предприятия, так как крупные энергопотребители уходят в собственную генерацию или подключаются напрямую к сетям ФСК, тариф которой не включает перекрестное субсидирование. Промышленные и другие потребители (кроме населения) потребили 771 млрд кВт ч, со средней ценой на розничном рынке 5.19 руб./кВт ч, или 19.9 €/ППС/кВт ч. А общий

² “Российский ежегодный справочник 2008–2018 гг.” http://www.rosstat.gov.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1135075100641

³ Там же.

⁴ Нигматулин Б.И. “Атомная энергетика Мира и России. Состояние и прогноз. 1970–2018–2040 (2050)” Изд. “МЭИ”, 2019 г.

⁵ Ведомости “Крупный бизнес продолжит субсидировать электроэнергию для населения” Октябрь, 2017 <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2017/10/23/738912-krupnii-biznes-elektroenergiya>

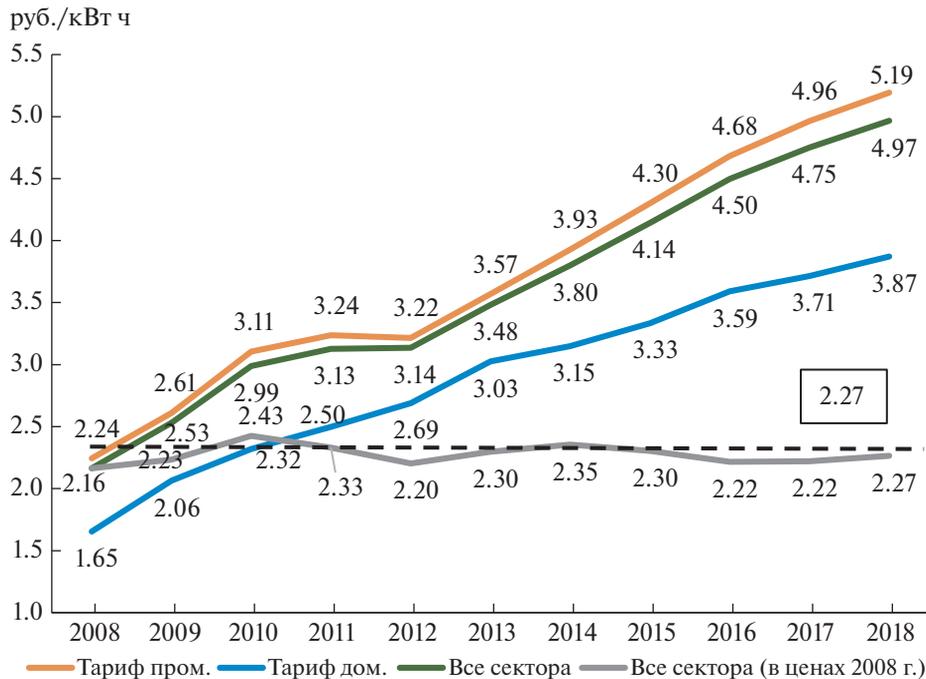


Рис. 3. Динамика тарифов (руб./кВт ч) на электроэнергию для домашних хозяйств (населения), промышленных и других потребителей (в текущих ценах), средневзвешенный (в текущих ценах и в постоянных ценах 2008 года) в России в период 2008–2018 гг.

тариф на электроэнергию для всех потребителей в стране составил 4.97 руб./кВт ч, или 19.1 ¢/ППС/кВт ч.

В таблице 1 представлены отдельно тарифы на электроэнергию для домашних хозяйств (населения), промышленных и других потребителей в текущих ценах (с учетом НДС) и общий тариф в текущих и постоянных ценах 2008 г. (в рублях и \$ППС), (расчитывался по индексу дефлятору ВВП), а также даны значения \$ППС в России, по годам, в период 2008–2018 гг. (по данным Росстата).

На рисунке 3 представлена динамика тарифов на электроэнергию для домашних хозяйств (населения), промышленных и других потребителей, в текущих ценах, а также общий тариф в текущих и постоянных ценах 2008 г. (руб./кВт ч), в период 2008–2018 гг. (по данным табл. 1).

Из рисунка 3 видно, что в России в период 2008–2018 гг. тариф на электроэнергию (в текущих ценах) увеличился: для населения – в 2.35 раза = 3.87/1.65, и общий – в 2.30 раза = 4.97/2.16, для промышленности – в 2.32 раза = 5.19/2.24 раза. При этом ВВП в текущих ценах увеличилось с 41.3 до 103.9 трлн руб., или в 2.52 раза⁶, что несколько больше, чем тариф на электроэнергию. Общий тариф на электроэнергию в стране в постоянных ценах 2008 г. изменялся в диапазоне от 2.43 руб./кВт ч (2010 г.) до 2.20 руб./кВт ч (2012 г.), а в среднем находился на уровне 2.27 руб./кВт ч (в ценах 2008 г.)

На рисунке 4 представлена динамика тарифов на электроэнергию для домашних хозяйств (населения), промышленных и других потребителей и общего, в ¢ ППС/кВт ч, в период 2008–2018 гг. (по данным табл. 1).

⁶ “Российский ежегодный справочник 2008–2018 гг.” http://www.rosstat.gov.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1135075100641

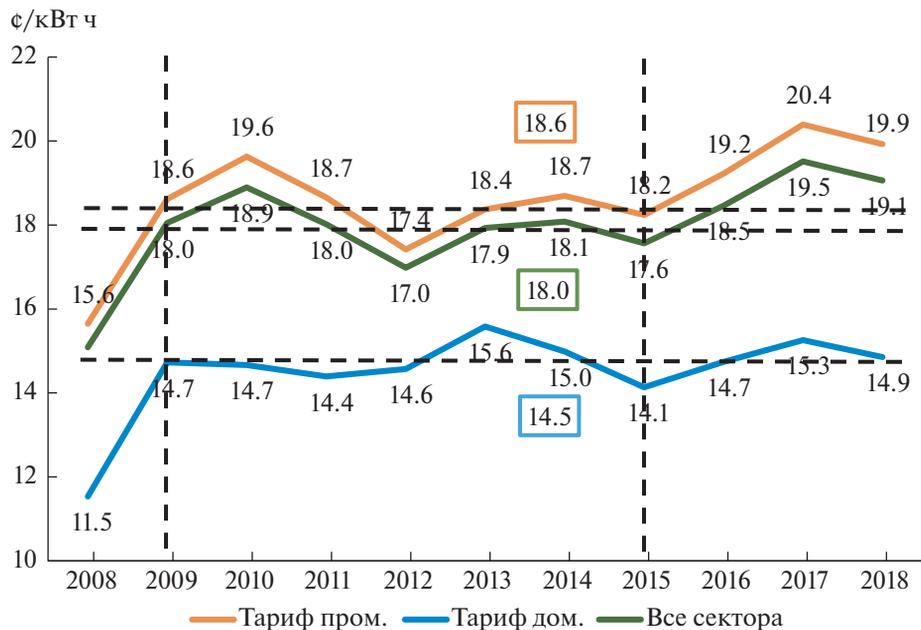


Рис. 4. Динамика тарифов на электроэнергию для домашних хозяйств (населения), промышленных и других потребителей, и общего в ₽ ППС/кВт ч , в период 2008–2018 гг. (по данным табл. 1).

Из рисунка 4 видно, что в России в период 2009–2015 гг. тарифы на электроэнергию (₽ ППС/кВт ч) для населения, промышленных и других потребителей и общий менялись несильно, около своих средних значений, и только в последние три года (2015–2018 гг.) они стали заметно расти.

3. СРАВНЕНИЕ СРЕДНЕЙ ЦЕНЫ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ И ОТДЕЛЬНО ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И НАСЕЛЕНИЯ В РОССИИ И США В ПЕРИОД 2008–2018 гг.

Для сравнения рассмотрим динамику цены на электроэнергию для конечных потребителей в США. Следует отметить, что в этой стране цена на электроэнергию жестко контролируется и мало изменяется в течении длительного времени.

На рисунке 5 показана динамика средней цены электроэнергии для всех конечных потребителей и отдельно для промышленности и домашних хозяйств в США в период 2008–2018 гг. (¢/кВт ч , в текущих ценах).

Из рисунка 5 видно, что в США в период 2008–2018 гг. (11 лет) средняя цена электроэнергии для всех конечных потребителей увеличилась всего на 8.6%, для домашних хозяйств (населения) несколько больше, на 14.5%, а для промышленности практически оставалась постоянной на всем периоде – около 7.0 ¢/кВт ч .

На рисунке 6 показано отношение средней цены на электроэнергию для конечных потребителей, а также для промышленности и домашних хозяйств в России к США по годам, в период 2008–2018 г.

Из рисунка 6 видно, что в России по отношению к США в период 2008–2018 гг. средняя цена на электроэнергию увеличилась с 1.55 до 1.8 раза, а в среднем на всем периоде **1.78**; для промышленности с 2.25 до 2.88 раз, а в среднем **2.71**; для домаш-

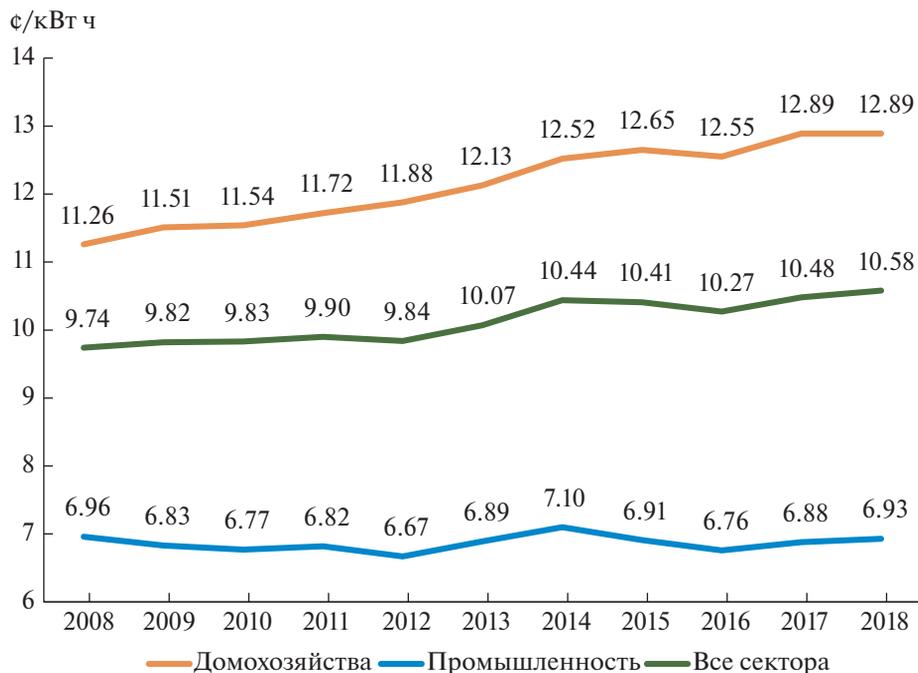


Рис. 5. Динамика средней цены электроэнергии (¢/кВт ч, 2018 г.) для конечных потребителей и отдельно: для промышленности и домашних хозяйств в США, в период 2008–2018 гг. (¢/кВт ч, в текущих ценах)⁷.

них хозяйств (населения) с практически равных цен в 2008 г. до 1.15 в 2018 г. или в среднем **1.19**.

4. СРАВНЕНИЕ СРЕДНЕЙ ЦЕНЫ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ И ОТДЕЛЬНО ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ДОМАШНИХ ХОЗЯЙСТВ (НАСЕЛЕНИЯ) В РОССИИ С ДРУГИМИ СТРАНАМИ (44 СТРАНЫ) В 2018 г.

Для всех стран и Мира (в целом) тарифы на электроэнергию для промышленных потребителей и домашних хозяйств, а также общий, принимаются по данным Enerdata Global Energy Database⁸ в национальных валютах (с учетом всех налогов) (price of electricity in industry/for households (taxes incl.)), с последующим пересчетом в \$ППС по всей корзине ВВП по данным World Bank⁹. Для прочих потребителей (если цены для них отсутствуют) тариф на электроэнергию рассчитывается как средневзвешенный по объему потребления между промышленными потребителями и домашними хозяйствами

$$\begin{aligned}
 & \text{*Тариф прочие потр.} = \\
 & = \frac{(\text{Потр. э.э.} \times \text{тариф пром.} + \text{потр. э.э. дом.} \times \text{тариф дом.})}{(\text{потр.э.э. пром} + \text{потр. э.э. дом.})}
 \end{aligned}$$

⁷ US Energy Information Administration – US EIA “Electric Power Monthly: with Data for June 2019” August, 2019 https://www.eia.gov/electricity/monthly/current_month/epm.pdf

⁸ Enerdata “Global Energy & CO₂ Data” <https://www.enerdata.net/research/energy-market-data-co2-emissions-database.html>

⁹ The World Bank <https://data.worldbank.org>

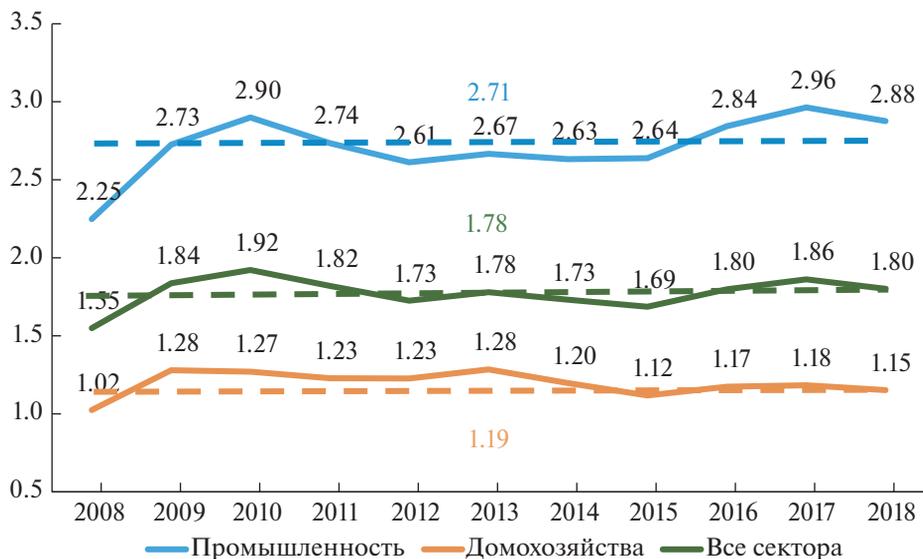


Рис. 6. Отношение средней цены на электроэнергию для конечных потребителей, а также для промышленности и домашних хозяйств в России к США по годам, в период 2008–2018 г.

Общий тариф на электроэнергию для всех потребителей рассчитывается как средневзвешенный по объемам потребления всех трех групп потребителей: промышленных, домашних хозяйств и прочих.

Средний тариф на электроэнергию для конечных потребителей в Море (в целом) рассчитывается в \$ППС как средневзвешенный по объемам электропотребления в Китае, США, ЕС28, Индии, Японии, России, Южной Корее и Канаде. В этих странах в 2018 г. суммарный объем электропотребления составил 76% от мирового электропотребления.

$$\text{Тариф Мир} = \frac{\sum_{i=0}^N \text{потр. э.э} \times \text{тариф на э.э} / \$\text{ППС (нац. валюты)}}{\sum_{i=0}^N \text{потр. э.э}},$$

где $N - 7$ стран + ЕС-28.

Для ЕС28 пересчитывается из € ППС в \$ППС по ежегодным значениям кросс-курсов € и \$.

Расчет цен по паритету покупательной способности выполнен на основе индексов OECD¹⁰ и данных Eurostat¹¹.

На рисунке 7 показаны значения электропотребления (нетто) в семи странах и ЕС-28, – крупнейших потребителях электроэнергии: Китае, США, ЕС-28, Индии, Японии, России, Южной Корее и Канаде в 2018 г. Суммарное электропотребление в этих странах составило 16860 млрд кВт ч, или 76% от мирового электропотребления – 22190 млрд кВт ч.

¹⁰Organization for Economic Co-operation and Development <http://www.oecd.org>

¹¹Eurostat <http://ec.europa.eu/eurostat>

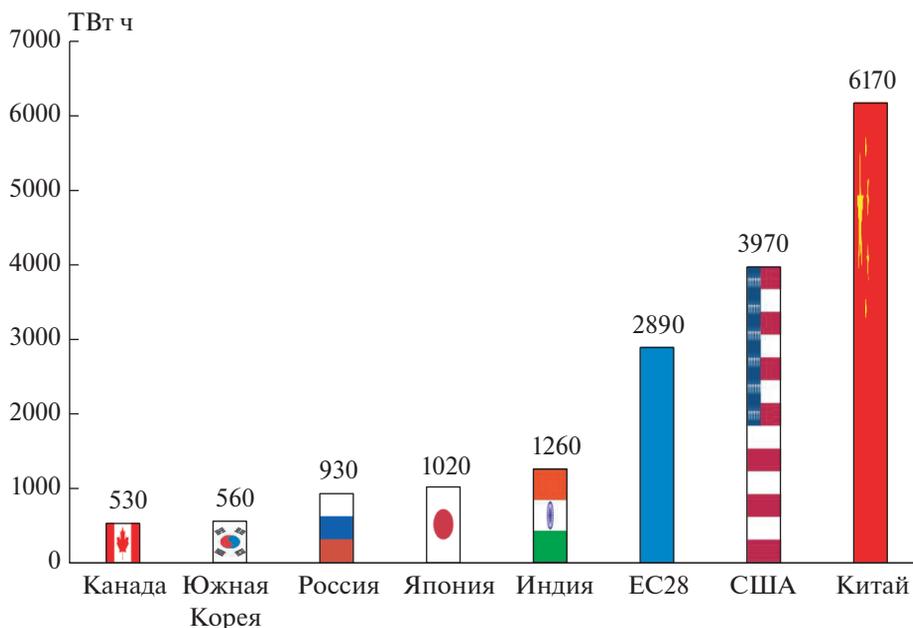


Рис. 7. Электропотребление (нетто) в Китае, США, ЕС-28, Индии, Японии, России, Южной Корее и Канаде в 2018 г.

Из рисунка 7 видно, что в 2018 г. самым крупным потребителем электроэнергии в Мирове являлся Китай, далее США и ЕС28. В России в 2018 г., по сравнению с Китаем, электропотребление было в 6.4 раза меньше.

На рисунке 8 показано распределение средних тарифов на электроэнергию (фППС/кВт ч) для промышленных потребителей в России и 44 странах, а также в ЕС28 и Мирове (в целом) в 2018 г.

Из рисунка 8 видно, что в России в 2018 г. средний тариф на электроэнергию для промышленных потребителей оказался выше, чем практически у всех европейских и азиатских развитых странах.

Ниже на рисунке 9 отдельно приводится значение среднего тарифа на электроэнергию (фППС/кВт ч) в 2018 г. для промышленных потребителей, для России, 14 стран и в среднем в Мирове (7 стран + ЕС28), у которых электроемкость ВВП либо выше, либо несколько ниже (до 30%), чем в России (рис. 2).

Из рисунка 9 видно, что в России в 2018 г. средний тариф для промышленности равнялся 19.9 фППС/кВт ч и был значительно выше, чем в Скандинавских странах, США (6.9 ф/кВт ч) – в **2.9 раза**; ЕС28 (16.4 ф/кВт ч) – в **1.22 раза**; Южной Кореи (12.9 ф/кВт ч) – в **1.5 раза**, и был близок с Украиной (19.5 ф/кВт ч) и Китаем (19.4 ф/кВт ч) и Мировом (18.8 ф/кВт ч).

На рисунке 10 показано распределение средних тарифов на электроэнергию (фППС/кВт ч) для домашних хозяйств (населения) для России и 44 стран, ЕС28 и Мира (7 стран + ЕС28) в 2018 г.

Из рисунка 10 видно, что в России в 2018 г. средний тариф на электроэнергию для домашних хозяйств (населения) составлял 14.9 фППС/кВт ч и был близок к Китаю (14.9), Южной Кореи (14.3) и выше, чем в США (12.9), Канаде (11.7), но заметно ниже, чем в Мирове в целом (18.7), Японии (26.4), ЕС28 (30.9) и Германии (39.8).

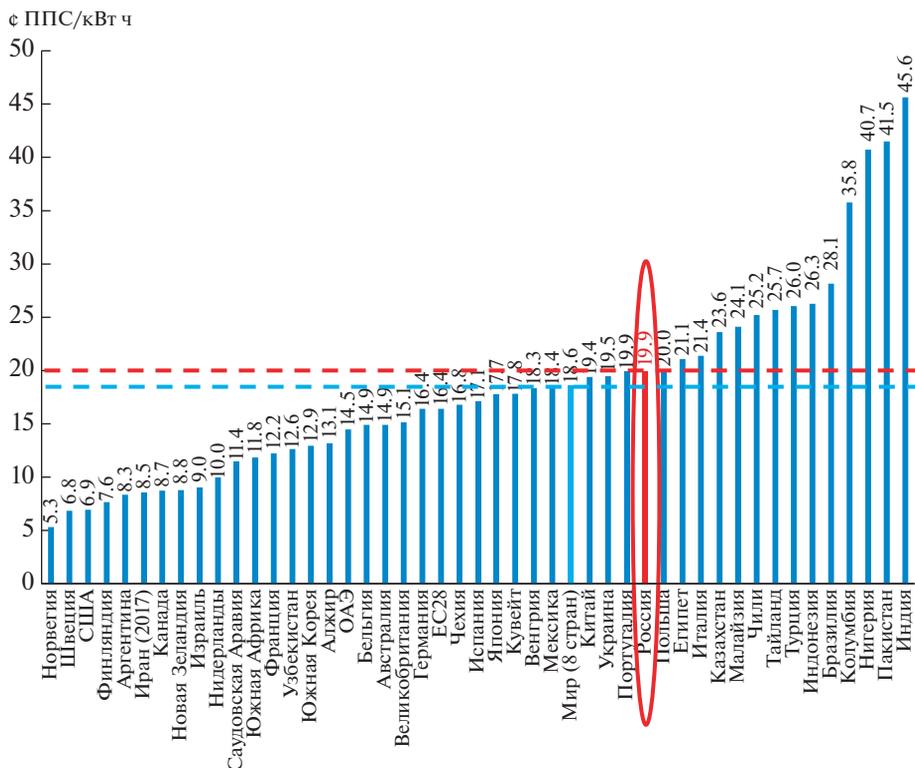


Рис. 8. Распределение средних тарифов на электроэнергию (€/МВт ч) для промышленных потребителей в России и 44 странах, а также в ЕС28 и Море (в целом) в 2018 г.

В Германии такие высокие тарифы на электроэнергию для домашних хозяйств (населения) вызваны энергетической политикой руководства страны и мощным экологическим антиядерным движением. В результате, после аварии на АЭС “Фукусима-1” (Япония, март 2011 г.), был принят закон о выводе из эксплуатации к 2024 г. всех немецких АЭС (низкие цены на электроэнергию на шинах) и ускоренный ввод в эксплуатацию ВИЭ (высокие цены на шинах, компенсируемые повышенными тарифами для населения и малого и среднего бизнеса). Похожая ситуация в Испании, Португалии, Бельгии, Италии.

На рисунке 11 показано распределение средних цен на электроэнергию (€/МВт ч) для России и 44 стран, ЕС28 и Мира (7 стран + ЕС28) в 2018 г.

Из рисунка 11 видно, что в России в 2018 году средняя цена на электроэнергию равнялась 19.1 €/МВт ч и была близкой к средней в Море (18.7), но значительно выше, чем в арабских странах-экспортеров нефти и странах, у которых электроемкость экономики выше, чем в России.

На рисунке 12 показано распределение общих тарифов на электроэнергию (€/МВт ч) в России, в 14 странах у которых электроемкость ВВП выше или несколько ниже (до 30%), чем в России, ЕС28 и Море (8 стран) в 2018 г.

Из рисунка 12 видно, что в России в 2018 г. общий тариф на электроэнергию – один из самых высоких среди выбранных стран. Значительно выше, чем в Скандинавских странах, Канаде, США, Китае, Южной Кореи, ЕС28 и в Море (7 стран + ЕС28). Только в Японии и ЕС28 эти тарифы выше. В Японии – это результат аварии на АЭС Фу-

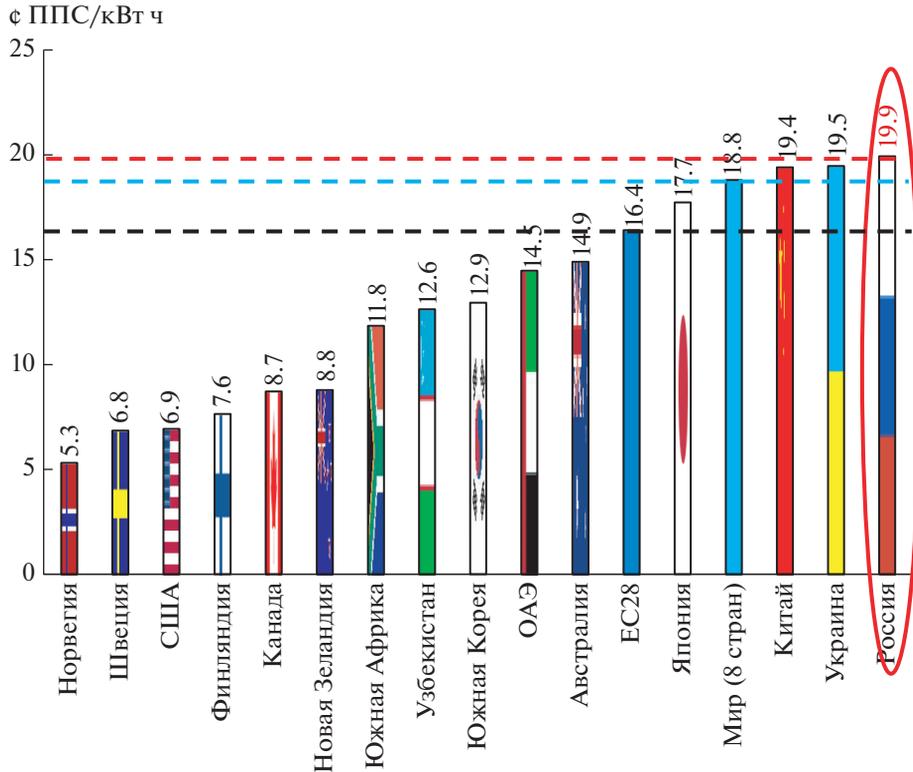


Рис. 9. Распределение средних тарифов на электроэнергию (€/кВт ч) для промышленных потребителей в России и 14 странах, а также в ЕС28 и Мире (7 стран + ЕС28) в 2018 г.

кусима-1 (2011 г.), в ЕС28 – это результат политики по “неограниченному” внедрению возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

Помимо прямого сопоставления цен на электроэнергию для отдельных категорий потребителей в России с другими странами важно сравнить затраты конечных потребителей электроэнергии в долях ВВП. Для этого необходимо учитывать и объем электропотребления.

Затраты на электроэнергию конечных потребителей в конкретной стране в долях ВВП рассчитываются как отношение суммы затрат каждого из трех видов потребителей (промышленности, домашних хозяйств и прочих), в конкретном году, к объему ВВП в том же году. Все затраты и ВВП рассчитываются в текущих ценах в национальной валюте.

$$\text{Затраты потребителей в долях ВВП} = \frac{\left(\sum_{i=1}^N \text{потр. э.э}_i \times \text{тариф на э.э}_i\right) \times 100\%}{\text{ВВП}}$$

В России для расчета средней цены электроэнергии для конечных потребителей рассматриваются две группы потребителей: промышленные и прочие потребители (кроме населения) и население. Для остальных стран тарифы принимаются по данным Enerdata Global Energy database¹² для промышленных и бытовых потребителей с

¹²Enerdata “Global Energy & CO₂ Data” <https://www.enerdata.net/research/energy-market-data-co2-emissions-database.html>

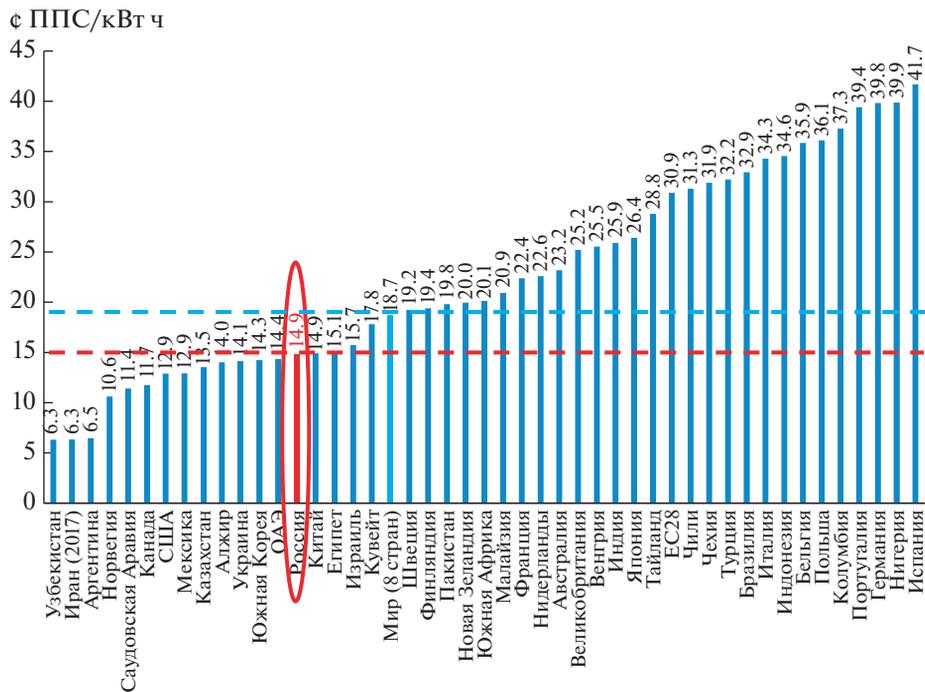


Рис. 10. Распределение средних тарифов на электроэнергию (€/ППС/кВт ч) для домашних хозяйств (населения) для России и 44 стран, ЕС28 и Мира (7 стран + ЕС28) в 2018 г.

учетом налогов (price of electricity in industry/for households (taxes incl.)) в национальных валютах. Для прочих потребителей тариф рассчитывается как средневзвешенный по объему потребления.

На рисунке 13 показано распределение затрат конечных потребителей электроэнергии в долях ВВП в России, 44 странах, ЕС28 и Море (7 стран + ЕС28) в 2018 г.

Из рисунка 13 видно, что в России в 2018 г. затраты конечных потребителей электроэнергии на ее закупку (в долях ВВП) одни из самых больших (4.4%), только несколько выше в Китае (4.5%), Индии (4.6%) и Бразилии (4.7%). На Украине существенно выше (5.4%), т.к. сильно сократился ВВП страны после событий 2014 г.

На рисунке 14 показано распределение затрат конечных потребителей электроэнергии в долях ВВП в России, 14 странах и Море (7 стран + ЕС28) в 2018 г., у которых удельная электроёмкость либо больше, чем в России, либо меньше (до 30%) (рис. 2).

Из рисунка 14 видно, что в России в 2018 г. затраты конечных потребителей электроэнергии на ее закупку (в долях ВВП) одни из самых больших (4.4%), (только у Украины существенно выше (5.4%)) и заметно выше тех стран, у которых электроёмкость ВВП значительно выше, чем в России. Это значит, что в России в 2018 г., по сравнению с этими странами, в суммарной стоимости всех товаров и услуг, произведенных в стране для конечного потребления, равной 1000 \$ППС, при меньшем потреблении электроэнергии, затраты на нее оказались больше.^{13,14}

¹³ Росстат “Средние цены на приобретенные строительными организациями основные материалы, детали и конструкции” http://www.gks.ru/free_doc/new_site/prices/stroit/tab14-cen.htm

¹⁴ IEA “Total Primary Energy Supply (TPES): World 1990–2016” <https://www.iea.org/statistics/?country=WORLD&year=2016&category=Energy%20supply&indicator=TPESbySource&mode=table&dataTable=ELECTRICITYANDHEAT>

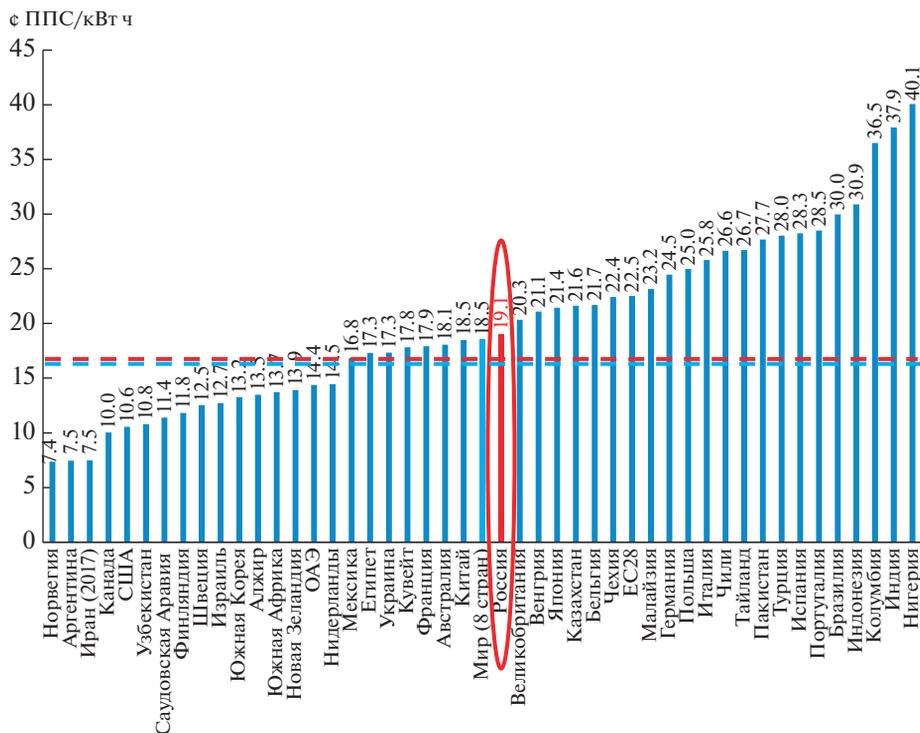


Рис. 11. Распределение средних цен на электроэнергию (¢ППС/кВт ч) для России и 44 стран, ЕС28 и Мира (8 стран) в 2018 г.

На рисунке 15 показана динамика затрат конечных потребителей электроэнергии в долях ВВП в России, Китае, Море (8 стран), ЕС-28, США в период 2008–2018 гг.

Из рисунка 15 видно, что в России в период 2008–2018 г. затраты конечных потребителей электроэнергии в долях ВВП изменялись от 4.1% (2012 г.) до 5.5% (2010 г.) и были одними из самых высоких в Море (кроме Китая). Но в Китае за 2 года (2016–2018 гг.) уже снизились с 5.5% до 4–5%, или на 18% с тенденцией существенного снижения до среднего в Море (7 стран + ЕС28) в 2020–2021 гг. В России за эти же 2 года снизились с 4.7% до 4.4%, или всего на 6.5% и непонятно, когда эти затраты достигнут уровня среднего в Море (7 стран + ЕС28).

В России в 2018 г., по сравнению со странами ЕС28, затраты конечных потребителей электроэнергии в долях ВВП выше в 1.5 раза, а по сравнению с США – в 2.2 раза. В принципе, в России затраты конечных потребителей электроэнергии в долях ВВП должны быть на уровне в среднем в Море (7 стран + ЕС28) – 3.4%, т.е. снизиться на 25%. **Это должно стать важнейшей задачей энергетической политики в России.**

Теперь сравним средние цены на электроэнергию на шинах АЭС в России и США.

5. СРЕДНЯЯ ЦЕНА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ АЭС И ЕЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ДЛЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ В РОССИИ И США В ПЕРИОД 2008–2018 гг.

Росстат и Росатом (концерн Росэнергоатом) не публикуют в открытой печати данные по цене электроэнергии (включая ее составляющие) на шинах АЭС, приведенную к одноставочному тарифу на отпущенную электроэнергию (т.е. за то, что платит по-

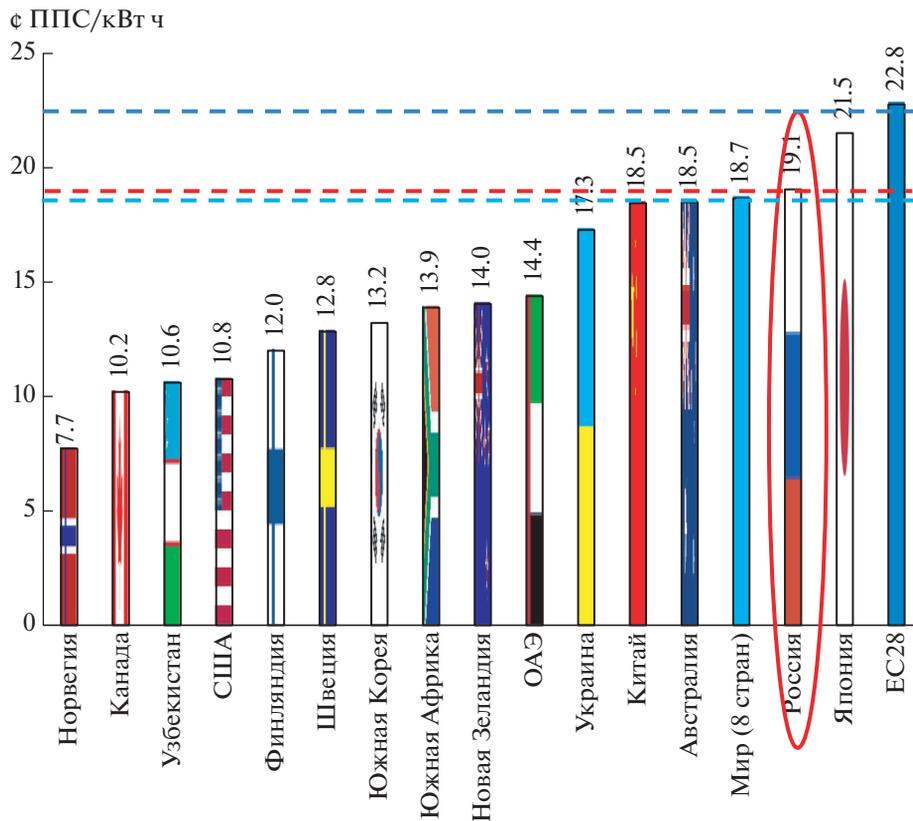


Рис. 12. Распределение общих тарифов на электроэнергию (€/МВт ч) в России, в 14 странах, у которых электроемкость выше или несколько ниже (до 30%), чем в России, ЕС28 и Мире (7 стран + ЕС28) в 2018 г.

требитель). Утверждается, что это коммерческая тайна. В результате усложняется анализ эффективности работы энергетической компании и сопоставление с другими странами. Однако, эти данные, с некоторой погрешностью, можно рассчитать по годовым отчетам ГК «Росатом», концерна Росэнергоатом, ТК ТВЭЛ и ОАО Атомредметзолото.

Напротив, в США аналогичные данные **легкодоступны** в базе данных Nuclear Energy Institute (NEI)¹⁵, где представлены подробные значения цен и их составляющие для каждой АЭС США, а так же средние по всем АЭС по годам (по кварталам).

Россия (2018 г.). На российских АЭС установлены легководные реакторы (ЛВР) двух типов: ВВЭР (PWR) с долей установленной мощности 57% и РБМК – 38%, а также быстрые реакторы БН – 5%. Практически все реакторы работают с открытым ядерным топливным циклом (ОЯТЦ).

Среднегодовая цена на электроэнергию на шинах российских АЭС (по одноставочному тарифу) рассчитывалась по ежегодной выручке концерна Росэнергоатом от продажи электроэнергии и мощности АЭС на Оптовом рынке электроэнергии и мощности (ОРЭМ). Значения \$ ППС в рублях по годам принимаются по данным Росстата,

¹⁵Nuclear by the numbers Nuclear Energy Institute (NEI) <https://www.nei.org/CorporateSite/media/filefolder/resources/fact-sheets/nuclear-by-the-numbers-20180412.pdf>

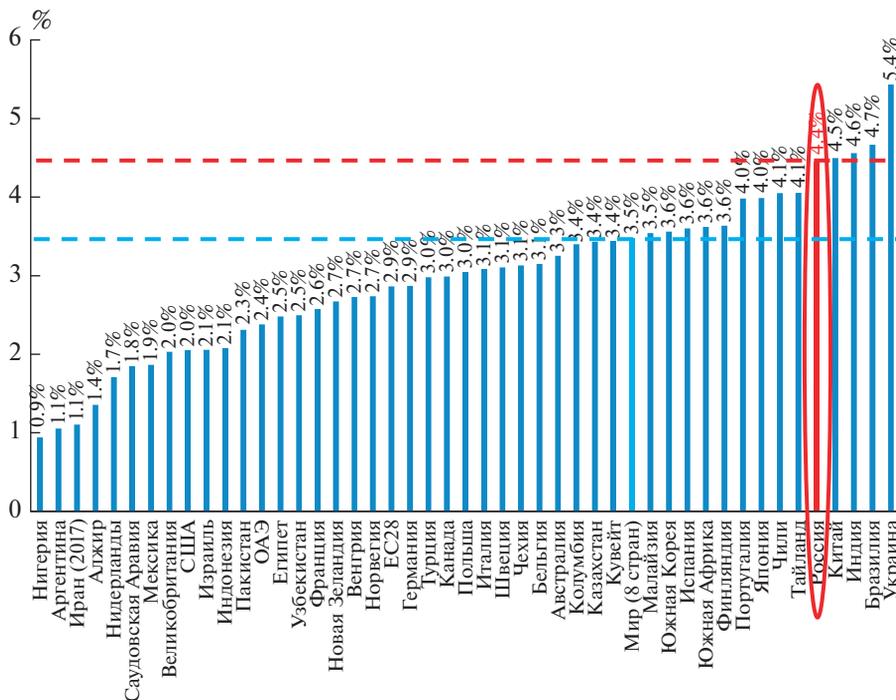


Рис. 13. Распределение затрат конечных потребителей электроэнергии в долях ВВП в России, 44 странах, ЕС28 и Мире (7 стран + ЕС28) в 2018 г.

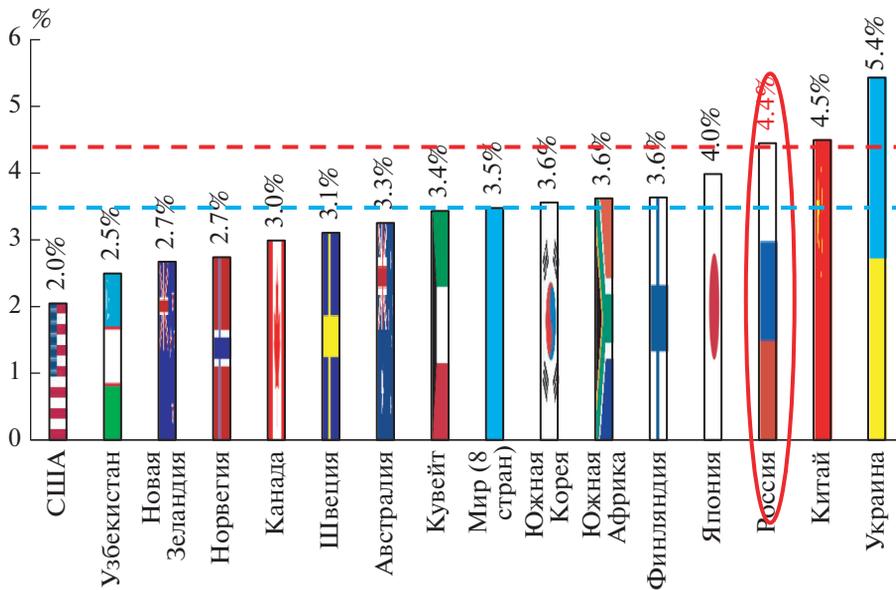


Рис. 14. Распределение затрат конечных потребителей электроэнергии в долях ВВП в России, 14 странах и Мире (7 стран + ЕС28) в 2018 г., у которых удельная электроемкость либо больше, чем в России, либо меньше (до 30%).

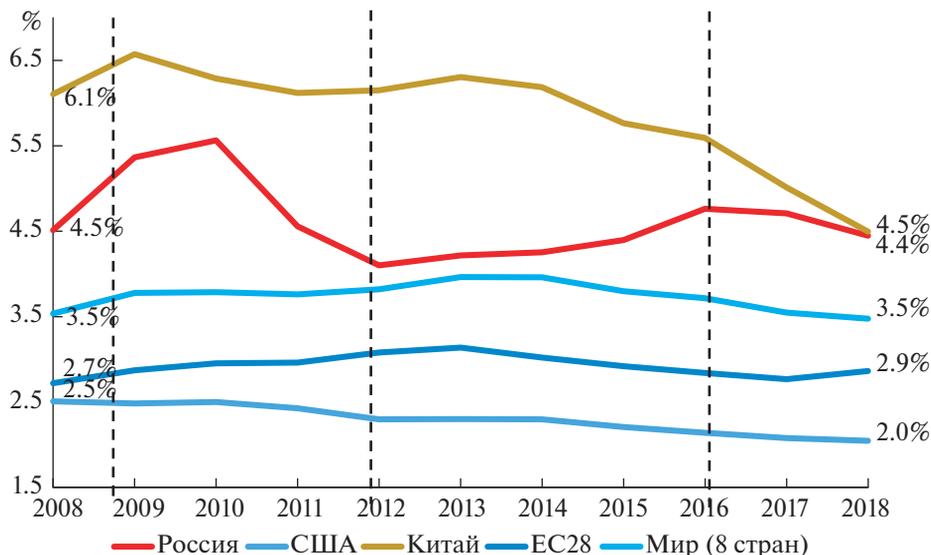


Рис. 15. Динамика затрат конечных потребителей электроэнергии в долях ВВП в России, Китае, Мире (7 стран + ЕС28), ЕС-28, США в период 2008–2018 гг.

рассчитанные по всей корзине ВВП¹⁶. Например, российские АЭС в 2018 г. произвели 204.3 млрд кВт ч, при этом отпуск электроэнергии с шин равнялся **191.4 млрд кВт ч**, а выручка от продажи на ОРЭМ – **381.3 млрд руб.** Это значит, что в 2018 г. средняя цена электроэнергии с российских АЭС для потребителей, приведенная к одноставочному тарифу, равнялась 1.99 руб./кВт ч = 381.3 млрд. руб./191.4 млрд кВт ч. Таким образом, были получены среднегодовые цены с российских АЭС, приведенные к одноставочному тарифу, в период 2008–2018 гг. В этих же отчетах концерна Росэнергоатом приводятся затраты на капитальные вложения на реконструкцию и модернизацию АЭС и безопасность АЭС, а также данные по возврату инвестиций **по договору купли-продажи мощности** (ДКПМ) АЭС – новое название договора поставки мощности (ДПМ) (капитальные затраты).

В ежегодных отчетах ТК ТВЭЛ приводятся данные по выручке от продажи ядерного топлива (ТВС) внутри России.

На рисунке 16 показана динамика цен на электроэнергию на шинах российских АЭС в текущих и постоянных ценах 2018 г. (по данным табл. 2).

Из рисунка 16 видно, что в период 2008–2018 гг. цена на электроэнергию на шинах российских АЭС в текущих ценах (одноставочный тариф) выросла с 0.84 до 1.99 руб./(кВт ч), или в 2.37 раза. В постоянных ценах 2018 г. она изменялась от 1.62 (2015 г.) до 2.17 (2010 г.), а в среднем находилась на уровне 1.86 руб./кВт ч (в ценах 2018 г.). В стоимость электроэнергии на шинах АЭС **не включены** значения имущественного взноса (финансирование из федерального бюджета строительства новых АЭС), которые снизились от 88.3 млрд (2009 г.) до 13.6 млрд (2018 г.)

На рисунке 17 показана динамика цен электроэнергии на шинах российских АЭС (одноставочный тариф с учетом оплаты на мощность и ДПМ) и ее составляющие (эксплуатационные и капитальные, и оплата ядерного топлива) в ф ППС/(кВт ч) по годам в период 2008–2018 гг. (по данным табл. 2).

¹⁶<https://fedstat.ru/indicator/40707>

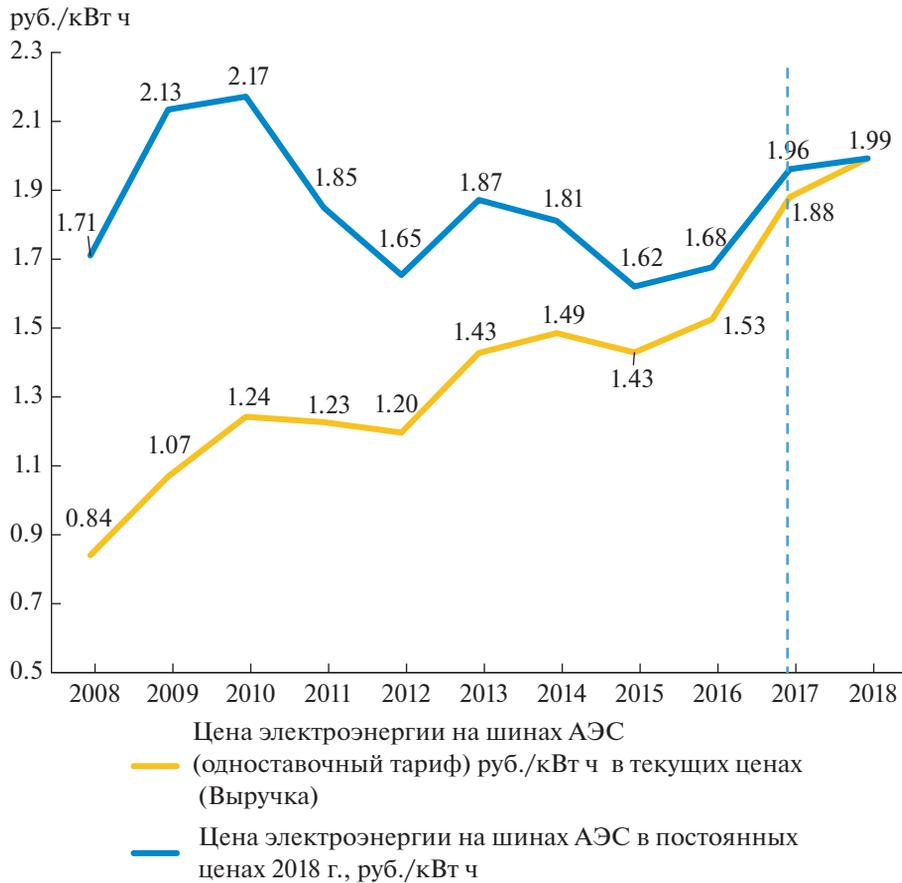


Рис. 16. Динамика цен на электроэнергию на шинах российских АЭС в текущих и постоянных ценах 2018 года, (руб./кВт ч) в период 2008–2018 гг. (по данным табл. 2).

В России в период 2008–2018 гг. цена электроэнергии на шинах АЭС по одноставочному тарифу изменялась от 5.86 (2008 г.) до 7.85 ¢ ППС/(кВт ч) (2010 г.), а в среднем равнялась 7.0 ¢ ППС/(кВт ч). Стоимость топлива в этой цене изменялась от 0.73 до 1.09 ¢ ППС/(кВт ч). Капитальные затраты – от 3.36 до 1.29 ¢ ППС/(кВт ч) в период 2010–2018 гг. Эксплуатационные затраты изменялись с 2.6 (2010 г.) до 3.63 ¢ ППС/(кВт ч) (2018 г.) с некоторым трендом на увеличение.

США (2018 г.). На американских АЭС в 2018 г. было произведено 838 млрд кВт ч, суммарная установленная мощность равнялась 105 ГВт. Все они полностью амортизированы. На них установлены легководные реакторы (ЛВР) двух типов: PWR с долей установленной мощности 2/3 и BWR – 1/3. Все реакторы работают в открытом ядерном топливном цикле (ОЯТЦ).

На рисунке 18 показана динамика цены электроэнергии на шинах американских АЭС и ее составляющие (эксплуатационные и капитальные затраты, и оплата ядерного топлива), по годам, в период 2008–2018 г. (¢/кВт ч, в текущих ценах)¹⁷.

¹⁷Nuclear by the numbers Nuclear Energy Institute (NEI) <https://www.nei.org/CorporateSite/media/filefolder/resources/fact-sheets/nuclear-by-the-numbers-20180412.pdf>

Таблица 2. Основные экономические показатели работы российских АЭС по годам, в период 2008–2018 гг.

Параметр	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Выработка, млрд кВт.ч	162.3	163.3	170.1	172.7	177.3	172.2	180.5	195.2	196.4	202.9	204.3
Отпуск, млрд кВт.ч	151.8	152.7	159.1	162.0	165.8	161.1	168.5	182.8	183.2	190.1	191.4
Выручка, млрд руб.	127.6	163.3	197.7	198.8	198.4	229.9	250.3	261.3	279.5	357.5	381.3
Всего расходов на производство и реализацию			174.1	182.6	174.9	216.9	224.9	238.2	249.5	278.6	299.7
Капитальные затраты на реконструкцию, модернизацию и безопасность АЭС, млрд руб.			84.6	74.6	51.8	70.5	70.5	70.9	68.2	64.4	64.3
Затраты на приобретение ТВС для АЭС, млрд руб	15.9	19.2	24.0	26.3	30.7	31.0	38.0	40.5	43.3	51.9	54.5
Затраты на эксплуатацию АЭС, млрд руб			65.5	81.7	92.4	115.4	116.3	126.8	138.0	162.3	180.8
Имущественный взнос (финансирование капитальных вложений из федерального бюджета)		88.3	53.2	68.5	58.2	57.2	55.3	42.8	23.5	22.7	13.6
Доля стоимости ядерного топлива и ОЯТ в общих расходах российских АЭС			14%	14%	18%	14%	17%	17%	17%	19%	18%
Доля капитальных затрат в общих расходах российских АЭС			49%	41%	30%	32%	31%	30%	27%	23%	21%
Доля эксплуатационных затрат в общих расходах российских АЭС			38%	45%	53%	53%	52%	53%	55%	58%	60%
Цена электроэнергии на шинах АЭС (одноставочный тариф) руб./кВт ч в текущих ценах (Выручка)	0.84	1.07	1.24	1.23	1.20	1.43	1.49	1.43	1.53	1.88	1.99
Цена электроэнергии на шинах АЭС (одноставочный тариф) руб./кВт ч в текущих ценах (Расходы)	0.70	0.92	1.09	1.13	1.06	1.35	1.33	1.30	1.36	1.47	1.57
Цена электроэнергии на шинах АЭС в постоянных ценах 2018 г., руб./кВт ч	1.71	2.13	2.17	1.85	1.65	1.87	1.81	1.62	1.68	1.96	1.99
Инфляция РФ по ВВП	18.0%	2.0%	14.2%	15.9%	9.1%	5.4%	7.5%	7.6%	3.2%	5.4%	4.3%
Индекс дефлятор для расчетов	1.180	1.020	1.142	1.159	1.091	1.054	1.075	1.076	1.032	1.054	1.043
Цена электроэнергии на шинах российских АЭС в ценах ϵ ППС/кВт ч (Выручка)	5.86	7.63	7.85	7.07	6.48	7.35	7.07	6.06	6.26	7.73	7.64
Цена электроэнергии на шинах российских АЭС в ценах ϵ ППС/кВт ч (Расходы)	4.85	6.59	6.92	6.50	5.72	6.93	6.35	5.52	5.59	6.02	6.01
$\$$ ППС в рублях по всей корзине ВВП	14.34	14.02	15.82	17.35	18.46	19.42	21.01	23.59	24.36	24.34	26.06

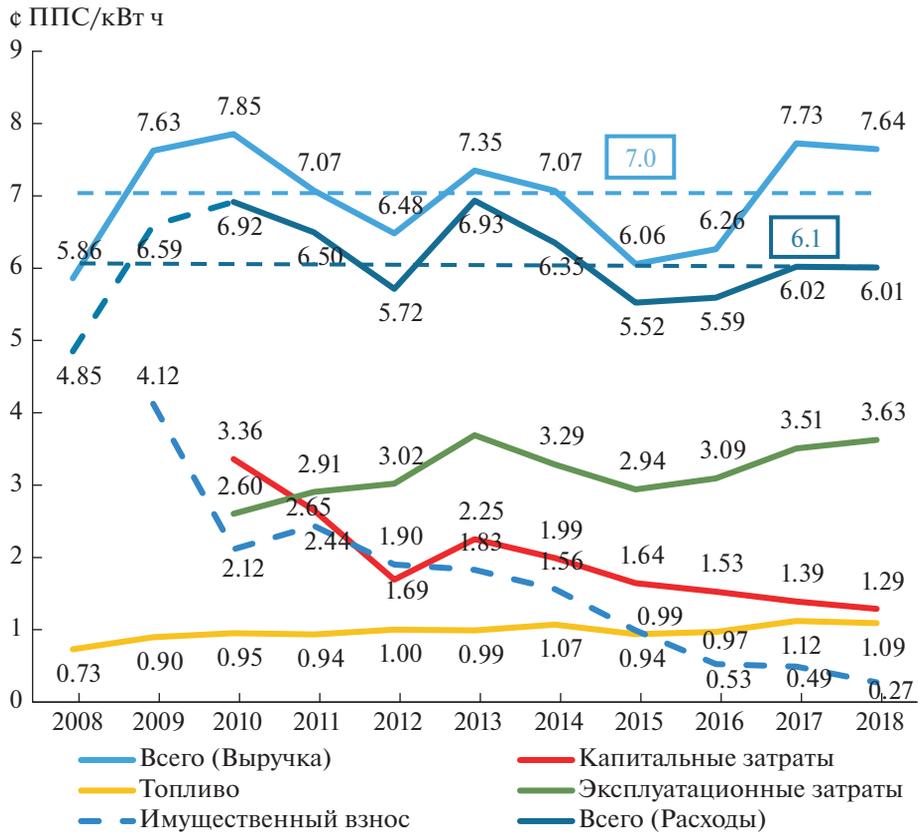


Рис. 17. Динамика цен электроэнергии на шинах российских АЭС (одноставочный тариф с учетом оплаты на мощность и ДПМ) и ее составляющие (эксплуатационные и капитальные, и оплата ядерного топлива) в $\text{¢ ППС}/(\text{кВт ч})$ по годам в период 2008–2018 гг. (по данным табл. 2).

Из рисунка 18 видно, что в США в период 2008–2012 гг. цена на электроэнергию с шин АЭС непрерывно росла с 3.07 до 3.76 $\text{¢}/(\text{кВт ч})$, или на 22%. Этот рост произошел в основном из-за роста капитальных затрат на продление эксплуатации действующих АЭС с 0.6 до 1.02 $\text{¢}/(\text{кВт ч})$. В последующий период 2012–2017 гг. (5 лет), наоборот, происходило непрерывное снижение этой цены с 3.76 до 3.18 $\text{¢}/(\text{кВт ч})$, или на 15%. Это снижение связано со снижением капитальных затрат на 60%, стоимости ядерного топлива на 15%. В 2018 г. доля эксплуатационных затрат в этой цене составляла 62%, капитальных затрат – 19% и затрат на ядерное топливо – 19 и 23% (без учета капитальных затрат).

В последние 10 лет затраты на ядерное топливо составляют от 15.3–20.9% от стоимости электроэнергии на шинах АЭС. В них включены все затраты от приобретения природного урана до захоронения облученного ядерного топлива (ОЯТ).

На рисунке 19 показана динамика цен электроэнергии на шинах российских и американских АЭС (одноставочный тариф, с учетом оплаты на мощность и ДПМ) в $\text{¢ ППС}/\text{кВт ч}$ и их отношение, по годам, в период 2008–2018 гг.

Из рисунка видно, что в период 2008–2018 гг. цена электроэнергии на шинах российских АЭС [в сопоставимых ценах, $\text{¢ ППС}/(\text{кВт ч})$] оказалась в среднем в 1.79 раза дороже, чем аналогичная цена на шинах американских АЭС. Ранее было показано,

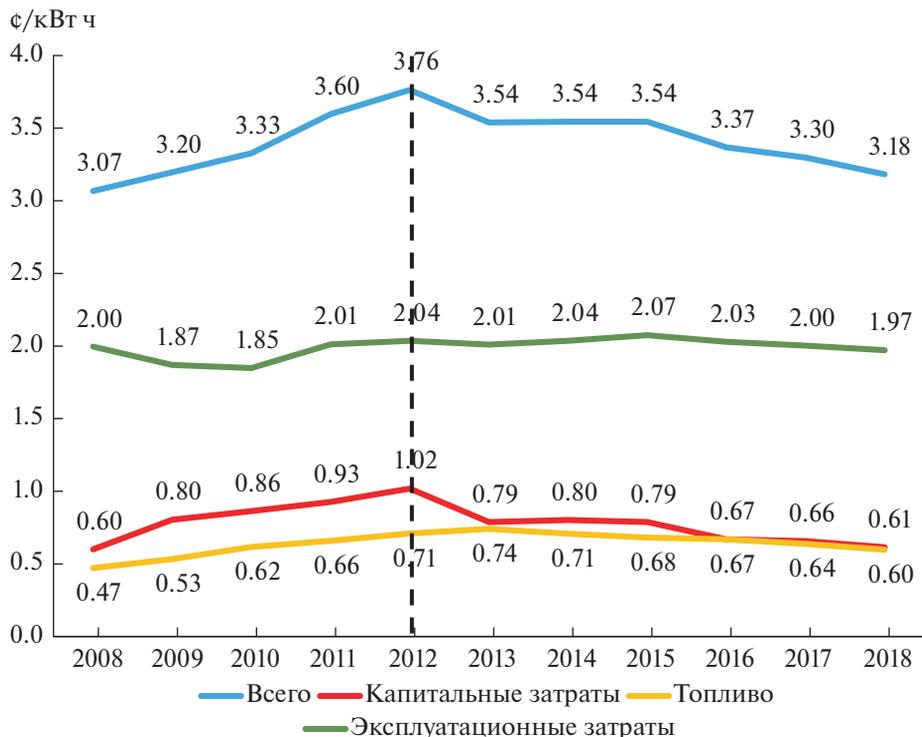


Рис. 18. Динамика цены электроэнергии на шинах американских АЭС и ее составляющие (эксплуатационные и капитальные затраты, и оплата ядерного топлива), по годам, в период 2008–2018 г. (¢/кВт ч, в текущих ценах).

что в России в 2008–2018 гг. средняя цена электроэнергии для конечных потребителей была дороже, чем в США в 1.78 раза.

На рисунке 20 показана динамика затрат российских и американских АЭС на закупку ядерного топлива в сопоставимых ценах (¢ ППС/кВт ч) в период 2008–2018 гг., по данным табл. 2 и рис. 17 и 18.

Из рисунка 20 видно, что в период 2008–2018 гг. затраты российских АЭС (в сопоставимых ценах, ¢ ППС/кВт ч), в среднем, в 1.53 раза дороже, чем аналогичные затраты американских АЭС.

На рисунке 21 показана динамика капитальных затрат российских и американских АЭС на реконструкцию, модернизацию и безопасность действующих энергоблоков в сопоставимых ценах (¢ ППС/кВт ч) в период 2008–2017 гг., по данным табл. 1 и рис. 17 и 18. Для российских АЭС дополнительно учтен возврат средств по ДПМ – компенсация затрат на капитальные вложения на вновь (после 2014 г.) построенные энергоблоки АЭС.

Из рисунка 21 видно, что в период 2010–2018 гг. затраты российских АЭС (в сопоставимых ценах, ¢ ППС/кВт ч), в среднем, в 2.23 раза дороже, чем аналогичные затраты американских АЭС.

В 2016–2018 гг. резко выросли покрываемые тарифом капитальные затраты российских АЭС из-за значительного объема средств по ДПМ, оплачиваемых с оптового рынка.

Затраты на эксплуатацию в цене на электроэнергию и российских, и американских АЭС можно оценить как разность между ценой электроэнергии на шинах АЭС и затратами на приобретение ядерного топлива и капитальными затратами.

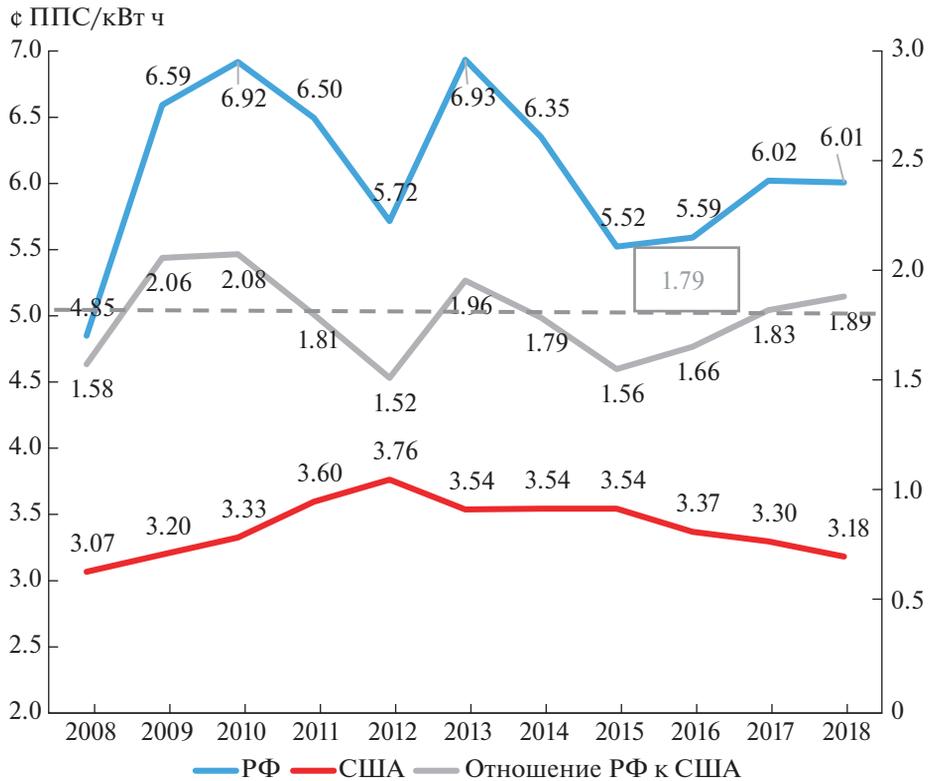


Рис. 19. Динамика цен электроэнергии на шинах российских и американских АЭС (одноставочный тариф, с учетом оплаты на мощность и ДПМ) в ¢ ППС/кВт ч и их отношение, по годам, в период 2008–2018 гг.

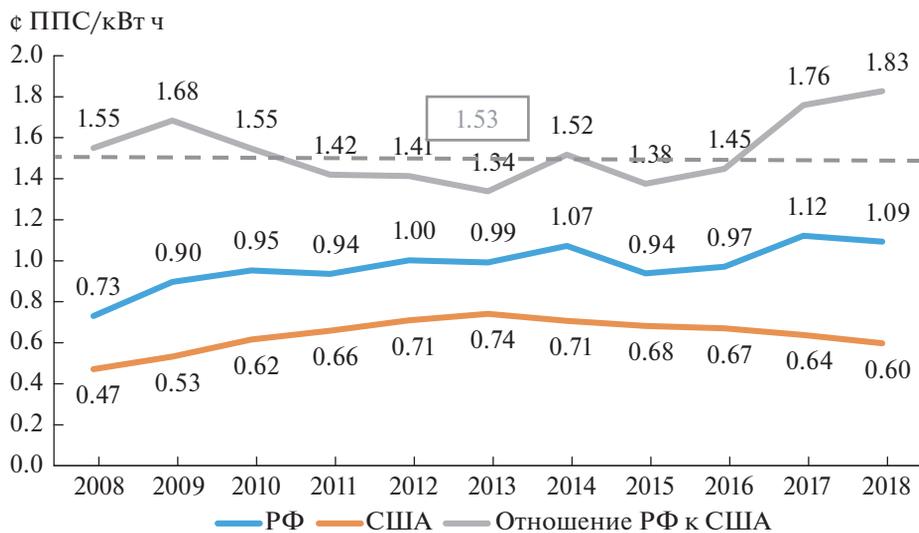
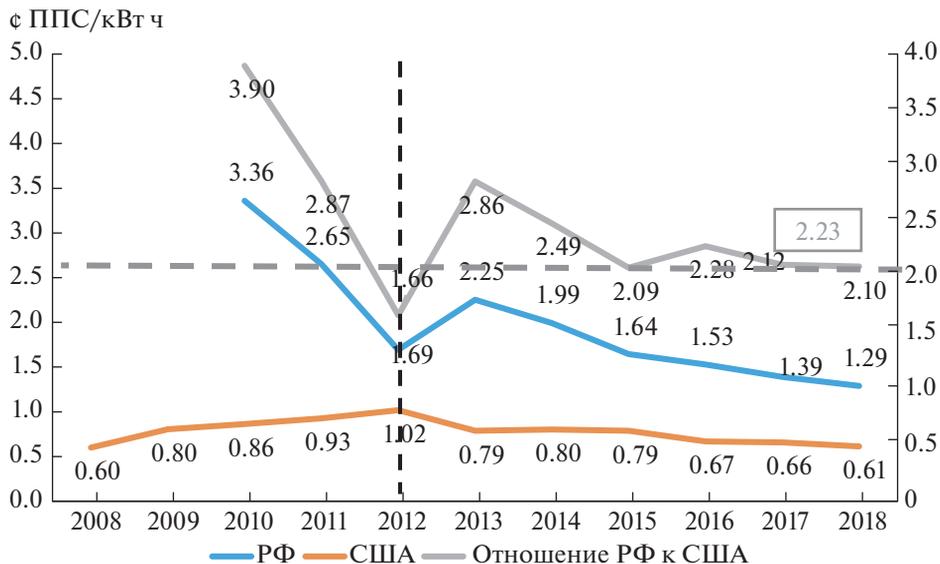


Рис. 20. Динамика затрат российских и американских АЭС на закупку ядерного топлива в сопоставимых ценах (¢ ППС/кВт ч) в период 2008–2018 гг. по данным табл. 1 и рис. 17 и 18.



*По данным ежегодных отчетов концерна Росэнергоатома не удалось обнаружить размер капитальных затрат на реконструкцию, модернизацию и безопасность действующих энергоблоков в 2008, 2009.

Рис. 21. Динамика капитальных затрат на реконструкцию, модернизацию и безопасность российских и американских АЭС в сопоставимых ценах (¢ ППС/кВт ч) в период 2008–2018 гг., по данным табл. 1 и рис. 17 и 18.



Рис. 22. Динамика затрат на эксплуатацию российских и американских АЭС в сопоставимых ценах (¢ ППС/кВт ч) в период 2008–2018 гг., по данным табл. 2 и рис. 18.

На рисунке 22 показана динамика затрат на эксплуатацию российских и американских АЭС в сопоставимых ценах (¢ ППС/кВт ч) в период 2008–2018 гг., по данным табл. 2 и рис. 18.

Из рисунка 22 видно, что в период 2010–2018 гг. затраты российских АЭС (в сопоставимых ценах, ¢ ППС/кВт ч), в среднем, в 1.59 раза дороже, чем аналогичные затраты американских АЭС.

Из сопоставления составляющих затрат на производство электроэнергии на российских и американских АЭС следует, что эксплуатационные затраты вносят основной вклад в цену на электроэнергию на шинах российских АЭС.

ВЫВОДЫ

1. Электроемкость ВВП России в 2018 г. равнялась 233 кВт ч/1000 \$ППС и находилась на 9-м месте в Мире после Скандинавских стран, Украины, Канады, Южной Кореи, Южной Африки и Китая, всего на 20% выше, чем в США, и на 39% выше, чем в Мире (7 стран + ЕС, 76% мирового электропотребления).

2. В России в период 2008–2018 гг. общая цена электроэнергии по сравнению с США была выше в среднем в **1.78** раза: для промышленности – в **2.71** раза; для домашних хозяйств (населения) – в **1.19** раза.

3. В России в 2018 г. общий тариф на электроэнергию был значительно выше, чем в Скандинавских странах, Канаде, США, Китае, Южной Корее, ЕС28 и в Мире (7 стран + ЕС28). Только в Японии и ЕС28 эти тарифы выше. В Японии – это результат аварии на АЭС Фукусима-1 (2011 г.), в ЕС28 – это результат политики по “неограниченному” внедрению возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

4. В России в 2018 г. средний тариф для промышленности равнялся 19.9 ¢ППС/кВт ч и был значительно выше, чем в Скандинавских странах, США (6.9 ¢/кВт ч) – в **2.9** раза; ЕС28 (16.4 ¢/кВт ч) – в **1.22** раза; Южной Кореей (12.9 ¢/кВт ч) – в **1.5** раза, и был близок с Украиной (19.5 ¢/кВт ч) и Китаем (19.4 ¢/кВт ч), и Миром (7 стран + ЕС28) (18.8 ¢/кВт ч).

5. В России в период 2008–2018 г. затраты конечных потребителей электроэнергии в долях ВВП изменялись от 4.1% (2012 г.) до 5.5% (2010 г.) и были одними из самых высоких в Мире (кроме Китая), а в 2018 г. практически сравнялись. В России в 2018 г., по сравнению со странами ЕС28, затраты конечных потребителей электроэнергии в долях ВВП выше в 1.5 раза, а по сравнению с США – в 2.2 раза. В принципе, в России затраты конечных потребителей электроэнергии в долях ВВП должны быть не выше, чем в среднем в Мире (7 стран + ЕС28) – 3.4%, то есть снизиться на 25%. **Это должно стать важнейшей задачей энергетической политики в России.**

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Нигматулин Б.И.* “Атомная энергетика Мира и России. Состояние и прогноз. 1970–2018–2040 (2050)” Изд. “МЭИ”, 2019 г.
2. “Российский ежегодный справочник 2008–2018 гг.” http://www.rosstat.gov.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1135075100641
3. Там же.
4. *Нигматулин Б.И.* “Атомная энергетика Мира и России. Состояние и прогноз. 1970–2018–2040 (2050)” Изд. “МЭИ”, 2019 г.
5. Ведомости. “Крупный бизнес продолжит субсидировать электроэнергию для населения” Октябрь, 2017. <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2017/10/23/738912-krupnii-biznes-elektroenergiyu>
6. “Российский ежегодный справочник 2008–2018 гг.” http://www.rosstat.gov.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1135075100641
7. US Energy Information Administration – US EIA “Electric Power Monthly: with Data for June 2019” August, 2019. https://www.eia.gov/electricity/monthly/current_month/epm.pdf
8. Enerdata “Global Energy & CO₂ Data” <https://www.enerdata.net/research/energy-market-data-co2-emissions-database.html>

9. The World Bank <https://data.worldbank.org>
10. Organization for Economic Co-operation and Development <http://www.oecd.org>
11. Eurostat <http://ec.europa.eu/eurostat>
12. Enerdata “Global Energy & CO₂ Data” <https://www.enerdata.net/research/energy-market-data-co2-emissions-database.html>
13. Росстат “Средние цены на приобретенные строительными организациями основные материалы, детали и конструкции” http://www.gks.ru/free_doc/new_site/prices/stroit/tab14-cen.htm
14. IEA “Total Primary Energy Supply (TPES): World 1990–2016” <https://www.iea.org/statistics/?country=WORLD&year=2016&category=Energy%20supply&indicator=TPESbySource&mode=table&dataTable=ELECTRICITYANDHEAT>
15. Nuclear by the numbers Nuclear Energy Institute (NEI) <https://www.nei.org/CorporateSite/media/filefolder/resources/fact-sheets/nuclear-by-the-numbers-20180412.pdf>
16. <https://fedstat.ru/indicator/40707>
17. Nuclear by the numbers Nuclear Energy Institute (NEI) <https://www.nei.org/CorporateSite/media/filefolder/resources/fact-sheets/nuclear-by-the-numbers-20180412.pdf>

**Electricity Intensity of GDP. Electricity Tariffs for End Consumers.
Electricity Prices at Nuclear Power Plants in Russia and USA.
Comparison with the World, OECD, USA, China and Other Countries**

B. I. Nigmatulin* **

Institute of Energy Problems, Moscow, Russia

**e-mail: nb@geotar.ru*

***e-mail: b.nigmatulin@gmail.com*

The high level of electric intensity of GDP is the main reason limiting the competitiveness of the domestic economy. As a result of the existing tariff policy, the costs of end consumers in shares of GDP put domestic consumers and producers in a deliberately losing situation. Increased capital breakfasts of Russian nuclear power plants relative to the United States reduce the competitiveness of Russian nuclear energy.

Keywords: competitiveness of the domestic economy, electricity intensity of gross domestic product, electricity price