

# ЭЛЕКТРОТЕХНИКА



УДК 338.45:621.311

## УЧАСТИЕ НАСЕЛЕНИЯ И ПРИРАВНЕННЫХ К НЕМУ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ В РЕГУЛИРОВАНИИ ГРАФИКА ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЭ

А.А. Наумов

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

**Резюме:** приведен анализ экономических последствий использования населением Республики Татарстан и приравненными к нему потребителями одноставочного однозонного тарифа и одноставочного двухзонного тарифа за потребленную электрическую энергию. Сделан вывод о необходимости принятия в РТ дифференцированных по временным зонам тарифов, стимулирующих потребителей к участию в регулировании графика нагрузки электроснабжающих организаций, способствующих энергосбережению и улучшению экологического состояния региона. Приведено сравнение экономического эффекта при использовании населением различных тарифов по 8 регионам Российской Федерации.

**Ключевые слова:** электрическая энергия, тариф, график нагрузки, население и приравненные к нему потребители.

**DOI:**10.30724/1998-9903-2018-20-9-10-84-91

**Для цитирования:** Наумов А.А. Участие населения и приравненных к нему потребителей в регулировании графика потребления ЭЭ // Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. 2018. Т. 20. № 9-10. С. 84-91. DOI:10.30724/1998-9903-2018-20-9-10-84-91.

## PARTICIPATION OF POPULATION AND EQUATED CONSUMERS IN REGULATION OF ENERGY CONSUMPTION SCHEDULE

A.A. Naumov

Kazan State Power-Engineering University, the city of Kazan, Russia

**Abstract:** The analyses of economic impact following the application by the Republic of Tatarstan population and equated consumers of straight-line one-zone tariff and straight-line two-zone tariff for the consumed electric energy is provided. The conclusion is made on necessity of tariffs adoption in the RT differentiated by the time zones and to incentivize the consumers to participate in regulating the load schedule of the electric energy suppliers, to facilitate energy saving and improving nature protecting conditions in the region. The comparison of economic results from application of different tariffs by population in 8 Russian Federation regions is provided.

**Key words:** electric energy, tariff, load schedule, population and equated consumers

**For citation:** A.A. Naumov Participation of population and equated consumers in regulation of energy consumption schedule // Proceedings of the higher educational institutions. ENERGY SECTOR PROBLEMS 2018. vol. 20. № 9-10. pp. 84-91. DOI:10.30724/1998-9903-2018-20-9-10-84-91.

### **Введение**

Ранее [1, 2] обсуждались вопросы целесообразности стимулирования потребителей к переходу на расчеты с энергоснабжающими организациями (ЭСО) за потребленную электрическую энергию (ЭЭ) по тарифам, дифференцированным по зонам суток. Фактически – это вовлечение потребителей в процессы регулирования графика нагрузки, с целью снижения потребления энергии в часы максимума нагрузки энергосистемы, переноса части потребления на часы минимальной или неполной нагрузки энергосистемы, что способствует выравниванию ее графика нагрузки. При равномерном режиме работы себестоимость единицы ЭЭ минимальна, так как оборудование работает в "щадящем" режиме, отсутствует необходимость содержания резервных мощностей на электрических станциях, выравнивающих общие нагрузки в сети. Следовательно удельные расходы топлива наименьшие, что положительно сказывается и на экологии.

На практике режим работы ЭСО имеет ярко выраженный нелинейный характер с максимумом нагрузки в дневные и минимумом – в ночные часы. Для выравнивания графика нагрузки используются различные методы: на промышленных предприятиях работа в ночную смену; использование, когда это возможно, мощных энергетических установок при минимуме нагрузки энергосистемы и т.д.

### **Основная часть**

Как показывает практика, самым эффективным методом влияния на выравнивание графика нагрузки является не распоряжения и призывы к энергосбережению, а использование экономических стимулов для потребителей: понижение стоимости единицы энергии в ночные часы и ее повышение в часы максимума нагрузки. Именно в этом и состоит суть тарифной политики, направленной на энергосбережение и сохранение природных ресурсов. С этой целью потребителю предоставляется возможность выбора различных тарифных планов: однозонного тарифа, неизменного в течение суток; тарифа, дифференцированного по двум зонам суток (день – с 7 до 23 ч., ночь с 23 до 7); трехзонного (ночь, утренний и вечерний пики, а также полупик). Промышленностью выпускаются счетчики электрической энергии и информационно-измерительные системы, программируемые для расчетов за потребленную энергию отдельно по временным интервалам.

Ниже приведены результаты анализа последствий использования однозонного или двухзонного тарифов населением, проживающим в городских населенных пунктах в домах, не оборудованных в установленном порядке стационарными электроплитами и (или) электроотопительными установками, и приравненным к нему категориям потребителей Республики Татарстан (РТ).

С 2011 года в РТ обязанность установления тарифов на ЭЭ возложена на Государственный комитет Республики Татарстан по тарифам. Интервалы тарифных зон суток ежегодно утверждаются (по месяцам календарного года) Федеральной антимонопольной службой. На первое и второе полугодия 2018 года тарифы утверждены Государственным комитетом по тарифам Республики Татарстан в декабре 2017 года постановлением 3-7/э [3].

Следует отметить, что вплоть до 2011 года действовала совершенно понятная для населения система определения стоимости потребленной ЭЭ: достаточно было перейти на двухзонную систему оплаты, и за 1 кВтч, потребленный ночью, можно было платить в два раза меньше, чем за единицу энергии, потребленную днем, или при оплате по однозонному

тарифу. Это было связано с тем, что дневной тариф равнялся однозонному тарифу, а ночной был равен половине дневного тарифа. Фактически применялась скидка к ночному тарифу в размере 50 % от дневного тарифа. Поэтому многие бытовые потребители приобрели многотарифные счетчики и заключили соответствующие договора с энергосбытовыми организациями и старались, по возможности, использовать электрические аппараты с 23 до 7 часов.

Но с 2012 года в РТ ситуация изменилась: однозонный тариф перестал быть равен дневному, а соотношение между ночным и дневным тарифом уменьшилось, в 2018 году он составляет 1,6. В этой связи следует оценить экономическую целесообразность выбора для населения различных тарифов и последствия такого выбора для энергоснабжающих организаций.

Ниже приведен анализ финансовых последствий перехода населения РТ и приравненных к нему потребителей на различные виды тарифов в первой половине 2018 г.

Согласно действующим в первой половине 2018 г. тарифам, при равномерной нагрузке разница в платежах при использовании однозонного и двухзонного тарифов составляет для непрерывно используемой в течение суток мощности в 1 кВт всего 8 копеек (около 0,09 %) в сутки: 85,44 руб. если расчет производить по однозонному тарифу и 85,36 руб. – по двухзонному тарифу.

Проблема состоит в том, что распределение объемов потребления ЭЭ населением в течение суток сильно отличается. Так, в крупных городах для многоквартирных домов, не оборудованных в утвержденном порядке стационарными электрическими плитами и (или) электроотопительными установками, в ночные часы потребление оценивается в 25–30 %, около 45 % – в полупик и около 30 % – в часы пиковой нагрузки. Эти цифры меняются во времени года в зависимости от продолжительности светлого времени суток. В домохозяйствах со стационарными электроплитами и электроотопительными установками потребление может достигать 40–50 %.

Были выполнены расчеты зависимости суточных платежей населения РТ от видов тарифов для первой половины 2018 года. При использовании однозонного тарифа плата составляет  $T_1 E_1$  рублей, где  $T_1$  – однозонный тариф, руб./кВт·ч;  $E_1$  – суточный объем потребления ЭЭ (кВт·ч). Для двухзонного тарифа плата равна  $T_d E_d + T_n E_n$ , где  $T_d$ ,  $T_n$  – дневной и ночной тарифы;  $E_d$ ,  $E_n$  – объемы потребления ЭЭ в дневной и ночной периоды соответственно.

На рис. 1 показаны изменения суточных платежей населения РТ в рублях при изменении времени использования нагрузки 1 кВт в ночные часы. Видно, что если непрерывно в течение 24 часов использовать электроприбор мощностью 1 кВт (8 часов в ночные и 16 – в дневные часы), платы по одноставочному однозонному и двухзонному тарифам практически не отличаются (как указано выше, разница составляет 0,09 %).

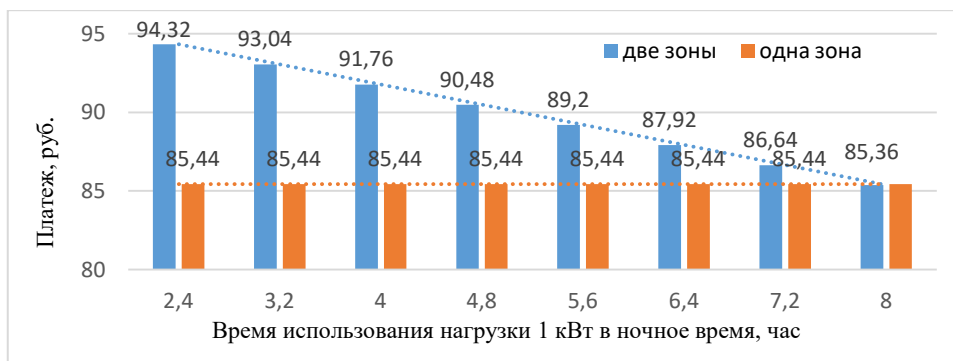


Рис. 1. Зависимость платежей за потребленную ЭЭ нагрузкой 1 кВт при использовании однозонной и двухзонной систем оплаты

Если уменьшить время использования электрической нагрузки в ночное время за счет использования ее в дневные часы, плата по двухзонной системе заметно возрастет.

На рис. 2 показана зависимость изменения платежей населением РТ и приравненными к нему потребителями, рассчитанных для одноставочного дифференцированного по двум зонам суток тарифа в зависимости от отношения объемов потребления ночь/день, при неизменном суточном потреблении энергии. С учетом того, что потребленная энергия в зоне равна произведению количества зонных часов, умноженному на среднюю мощность в зоне, а дневной период (с 7 до 23 ч – 16 ч) в 2 раза больше, чем ночной (с 23 до 7 – 8 ч), отношение  $E_n/E_d = 100\%$  означает, что средняя мощность используемых в ночную зону электроустановок в два раза больше, чем в дневную зону. При равномерной в течение суток нагрузке отношение  $E_n/E_d = 50\%$ . При  $E_n/E_d = 25\%$  мощность ночью равна половине дневной мощности ( $P_n = 0,5P_d$ ), при отношении  $E_n/E_d = 0\%$  – потребление ночью отсутствует.

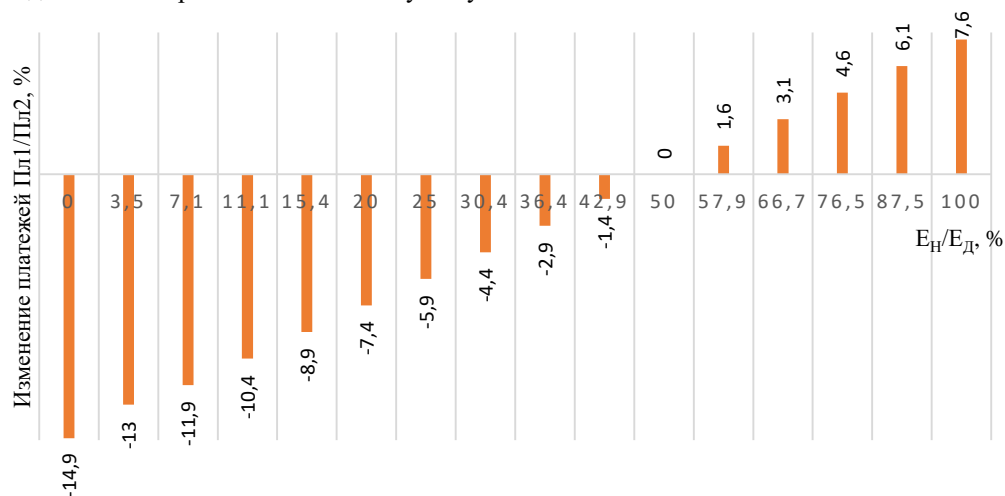


Рис. 2. Отношение платежей населения по одноставочному однозонному тарифу к одноставочному двухзонному тарифу (%) в зависимости от отношения объемов потребления ночь/день

При отсутствии потребления в ночной зоне, использовании двухзонной системы оплаты, суточный платеж  $Пл2$  превышает платеж, использующий однозонную систему оплаты  $Пл1$  на 14,9 %. Если принять, что в ночной период потребление равно 25 % суточного потребления (мощность электроприборов ночью в два раза меньше, чем днем), то переплата при использовании двухзонного тарифа, по сравнению с однозонной системой оплаты, составляет около 6 %.

С целью экономии потребитель может попытаться уменьшить количество и мощность используемых днем электрических устройств, включая их в ночной период. В частности, можно стиральные и посудомоечные машины, зарядные устройства аккумуляторов гаджетов, частично нагреватели и кондиционеры, другие электрические приборы использовать в ночное время. Их относительный вклад в общий расход электрической энергии значителен, но не бесконечен, так как холодильник, освещение, уют, пылесос, телевизор, кухонные электрические приборы (чайники, кофеварки, миксеры и т.д.) вряд ли возможно использовать лишь в ночные часы. Но даже допустив, что половину энергии удастся с дневного интервала перенести на ночь, достигнув равенства потребления энергии в ночную и дневные зоны, типовому потребителю все равно невозможно получить выгоду, он лишь сможет приблизиться к нулевым потерям от использования двухдиапазонного тарифа. Для получения экономии необходимо, чтобы расход энергии ночью превышал дневной расход. В пределе, если не включать электрические приборы днем, а только ночью (с 23 до 7), можно достигнуть экономии в

платежах 7,6 %. Но совершенно очевидно, что такая ситуация абсурдна и в реальной жизни практически не реализуема.

Использование трехзонного тарифа, где расчет суточного потребления выполняется по формуле  $T_{п}E_{п} + T_{пп}E_{пп} + T_{н}E_{н}$  (где  $E_{п}$ ,  $E_{пп}$  – объемы потребления, кВт·ч, в пиковый и полупиковый периоды;  $T_{п}$ ,  $T_{пп}$  – пиковый, полупиковый тарифы), существенного влияния на относительные платежи не оказывает. При равномерной нагрузке и расчетах по трехзонному тарифу в первой половине 2018 года в РТ плата населения составляет 83,12 рубля.

Следовательно, при действующих в 2018 году тарифах население РТ экономически не стимулируется к использованию дифференцированных по времени суток систем оплаты за ЭЭ и участию в регулировании графика потребления ЭЭ.

Для сравнения проведены расчеты платежей в первой половине 2018 года в восьми регионах Российской Федерации (РФ), близких РТ по социально-экономическому развитию [4–10]. Для Нижегородской области использованы тарифы на электроэнергию, потребленную сверх социальной нормы.

На рис. 3 показаны зависимости относительных увеличений/уменьшений платежей при переходе от однозонных к двухзонным тарифам (при неизменном суточном потреблении ЭЭ) от соотношения потребленных энергий в дневную и ночную зоны, рассчитанные для населения, проживающего в городских населенных пунктах в домах, не оборудованных в установленном порядке стационарными электроплитами и (или) электроотопительными установками, и приравненных к нему потребителей.

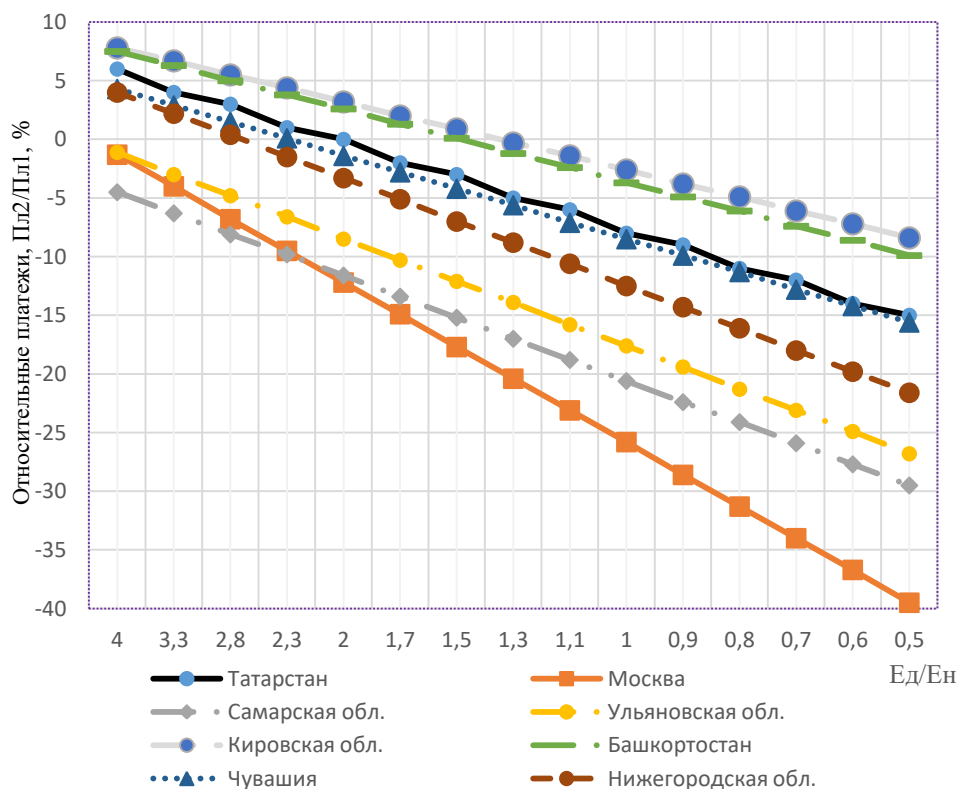


Рис. 3. Изменение оплаты населения за ЭЭ при переходе от однозонного к двухзонному тарифу для регионов Российской Федерации

Видно, что в пяти рассмотренных регионах при равномерной в течение суток нагрузке ( $E_{д}/E_{н} = 2$ ) наблюдается уменьшение платежей (Чувашия -1,4 %, Самарская

область -3,3 %, Ульяновская область -8,5 %, Самарская область -11,6 %, Москва -12,2 %) при использовании двухзонной, по сравнению с однозонной, системы оплаты. Для РТ, как отмечалось выше, платеж остается практически неизменным. Для населения Кировской области и Башкортостана переход на двухзонную оплату приводит к увеличению платежей на +3,2 % и +2,6 % соответственно.

При типовом значении ночного потребления 0,25 % ( $E_d/E_n = 4$ ) в трех регионах (Самарская область, Ульяновская область, Москва) население не заинтересовано в отказе от более гибкого двухзонного тарифа, так как даже в этом случае тарифами поддерживается хоть и незначительный (от -1,1 до -4,5 %), но более низкий платеж по сравнению с платежами по однозонным тарифам. В других регионах, включая РТ, использование тарифа, дифференцированного по двум временным зонам, для населения и приравненных к нему потребителей с финансовой точки зрения нецелесообразно.

Если довести объем потребления энергии в ночные часы до значения, в два раза превышающего объем дневной электроэнергии, то можно получить значительную экономию в платежах: в Москве -40 %, в Самарской области -30 %, в Ульяновской -27 %, Нижегородской -22 %, Чувашии -16 %, республике Башкортостан -10 %, Кировской области -8 %. В Татарстане выигрыш может составить 15 %. Ситуация аналогична и во второй половине 2018 года.

Таким образом, можно сделать следующие **выводы**.

1. Современная тарифная политика в Республиках Татарстан, Башкортостан, Кировской области не является стимулирующей для привлечения населения к участию в регулировании графика электропотребления и, в конечном счете, экономии энергоресурсов.

2. Потребителям выгоднее переходить на однозонный тариф, даже имея современные счетчики и автоматизированные системы коммерческого учета ЭЭ с возможностью учета потребленной ЭЭ раздельно в разные интервалы времени.

3. Потребители, вновь устанавливающие или заменяющие счетчики ЭЭ, не имеют материальных стимулов к приобретению счетчиков, позволяющих учитывать энергию раздельно в разные интервалы времени, что создает, и будет в дальнейшем создавать, проблемы по привлечению населения к выравниванию графика нагрузки энергосистем.

#### **Заключение**

1. Для привлечения бытовых потребителей к энергосбережению в РТ, Кировской области, республике Башкортостан следует пересмотреть тарифную политику в отношении населения.

2. Увеличить отношение тарифов в дневной и ночной зоне.

3. При установлении тарифов учитывать опыт регионов, использующих материальные стимулы для привлечения населения к участию в регулировании графика электропотребления, в том числе введение социальной нормы потребления (например, размер социальной нормы для населения в Нижегородской области установлен в 50 кВт·ч в месяц на одного человека), возможно в определенные часы. Стоимость электроэнергии в рамках социальной нормы должна быть гораздо ниже, чем цена сверхнормативного электричества, что особенно важно для малообеспеченных граждан.

#### **Литература**

1. Наумов А.А. О возможных последствиях перехода на тарифы, дифференцированные по зонам суток в РТ // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2005. №3-4. С. 62–66.
2. Наумов А.А., Агеев Ш.Р. Целесообразность применения одно- или двухставочного тарифа на электроэнергию в РТ // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2005. № 5-6. С. 63–67.
3. Постановление Государственного комитета Республики Татарстан по тарифам 3-7/э от 08.12.2017. Об установлении цен (тарифов) для населения и приравненных к нему категорий потребителей по Республике Татарстан на 2018 год. [Электронный ресурс]; // [http://kt.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub\\_1201226.pdf](http://kt.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub_1201226.pdf) (дата обращения 25.02.2018).

4. Приказ департамента экономической политики и развития (ДЭПиР) г. Москвы от 29.11.2017 № 323-ТР. Об установлении цен (тарифов) на электрическую энергию для населения и приравненных к нему категорий потребителей города Москвы на 2018 год. [Электронный ресурс]; <http://mosenergosbyt.info/tarify/>.

5. Об установлении цен (тарифов) на электрическую энергию для населения и приравненным к населению категориям потребителей в Ульяновской области на 2018 год / Приказ Министерства развития конкуренции и экономики Ульяновской области №06-587 от 14.12.2017. [Электронный ресурс]; <http://tarif.ekonom73.ru/law/6523.html>.

6. Решение региональной службы по тарифам Кировской области № 48/13-ээ-2018 от 29.12.2017. О тарифах на электрическую энергию для населения и приравненным к нему категориям потребителей по Кировской области на 2018 год. [Электронный ресурс]; <http://www.rstkirov.ru/documents/resheniya/resheniya-za-2017-god/>.

7. Об установлении цен (тарифов) на электрическую энергию для населения и приравненных к нему категорий потребителей по Республике Башкортостан на 2018 год / Постановление Государственного комитета республики Башкортостан по тарифам РБ № 560 от 11.12.2017 г. [Электронный ресурс]; <https://www.bashesk.ru/tariffs/current/>.

8. Приказ Минэкономразвития Республики Марий Эл от 19 декабря 2017 г. № 137 т. Об установлении цен (тарифов) на электрическую энергию для населения и приравненных к нему категорий потребителей по Республике Марий Эл на 2018 год. [Электронный ресурс]; <https://tarif-24.ru/russia/electro/2018/456-tarify-na-elektroenergiyu-dlya-respubliki-marij-el-s-1-iyulya-2018-goda.html>.

9. Об установлении цен (тарифов) на электрическую энергию (мощность), поставляемую населению и приравненным к нему категориям потребителей, по Чувашской Республике на 2018 год / Постановление № 118-24/э от 12.12.2017 Государственной службы Чувашской Республики по конкурентной политике и тарифам. [Электронный ресурс]; <http://tarif.cap.ru/usercontent/tarif/sitemap//12.pdf>.

10. Об установлении цен (тарифов) на электрическую энергию для населения, проживающего в Нижнем Новгороде и городских населенных пунктах Нижегородской области в домах, оборудованных газовыми плитами / Решение региональной службы по тарифам Нижегородской области № 67/1 от 20.12.2017 г. [Электронный ресурс]; [https://energovopros.ru/spravochnik/electrosnabzhenie/tarify-na-elektroenergiyu/nizhegorodskaya\\_oblast/40977/](https://energovopros.ru/spravochnik/electrosnabzhenie/tarify-na-elektroenergiyu/nizhegorodskaya_oblast/40977/).

#### Автор публикации

**Наумов Анатолий Алексеевич** – д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры «Теоретические основы электротехники» (ТОЭ) Казанского государственного энергетического университета (КГЭУ).

#### Reference

1. Naumov A.A. On possible results of transfer to the tariffs differentiated by the time zones in RT // Bulletin of the Universities. Power-engineering issues. 2005. No3-4. P. 62–66.

2. Naumov A.A., Ageev Sh.R. Expediency of the straight-line or two-part tariff application for electric energy in the RT // Bulletin of the Universities. Power-engineering issues. 2005. No 5-6. P. 63–67.

3. Resolution of the State Committee of the Republic of Tatarstan on tariffs 3-7/э of 8.12.2017. On prices (tariffs) for population and equated consuming categories establishment in the Republic of Tatarstan for the year 2018. [Electronic resource]; // [http://kt.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub\\_1201226.pdf](http://kt.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub_1201226.pdf) (access date 25.02.2018).

4. Order of the Moscow Department of Economic Policy and Development of 29.11.2017 No 323-TP On the electric energy prices (tariffs) for population and equated consuming categories establishment in the city of Moscow for the year 2018. [Electronic resource]; <http://mosenergosbyt.info/tarify/>.

5. On the electric energy prices (tariffs) for population and equated consuming categories establishment in the Ulyanovskaya region for the year 2018 / The Order of the Ministry of Competition

development and Economics of the Ulyanovskaya region No 06-587 of 14.12.2017. [Electronic resource]; <http://tarif.ekonom73.ru/law/6523.html>.

6. The Kirov regional service on tariffs Decision No 48/13-ээ-2018 of 29.12.2017. On tariffs for electric energy for population and equated consuming categories in Kirovskaya region for the year 2018. [Electronic resource]; <http://www.rstkirov.ru/documents/resheniya/resheniya-za-2017-god/>.

7. On the electric energy prices (tariffs) for population and equated consuming categories establishment in the Republic of Bashkortostan for the year 2018./ Resolution of the State Committee of the Republic of Bashkortostan on tariffs. RB No 560 of 11.12.2017 [Electronic resource]; <https://www.bashesk.ru/tariffs/current/>.

8. The Order of the Ministry of Economic Development of the Republic of Mari El of December 19, 2017. No 137. On the electric energy prices (tariffs) for population and equated consuming categories establishment in the Republic of Mari El for 2018. [Electronic resource]; <https://tarif-24.ru/russia/electro/2018/456-tarify-na-elektroenergiyu-dlya-respubliki-marij-el-s-1-iyulya-2018-goda.html>.

9. On the electric energy prices (tariffs) (capacity) establishment supplied to the population and equated consuming categories in the Chuvash Republic for the year 2018. / Resolution No 118-24/э of 12.12.2017 of the State Service of the Chuvash Republic on Competition policy and tariffs. [Electronic resource]; <http://tarif.cap.ru/usercontent/tarif/sitemap//12.pdf>.

10. On establishment of the electric energy prices (tariffs) for population, living in Nizhniy Novgorod and city settlements of the Nizhniy Novgorod region in the houses equipped with gas ovens. / The Decision of the Nizhniy Novgorod Regional Service for tariffs No 67/1 of 20.12.2017. [Electronic resource]; [https://energovopros.ru/spravochnik/elektrosnabzhenie/tarify-na-elektroenergiju/nizhegorodskaya\\_oblast/40977/](https://energovopros.ru/spravochnik/elektrosnabzhenie/tarify-na-elektroenergiju/nizhegorodskaya_oblast/40977/).

#### **Author of the publication**

*Naumov Anatoliy Alekseevich* – Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), Professor of Kazan State Power Engineering University.

*Поступила в редакцию*

*30 марта 2018 г.*