

РЕДАКЦИОННЫЙ КОММЕНТАРИЙ К СТАТЬЕ

Увеличение уровня оснащенности медицинских учреждений различным оборудованием делает все более актуальным весь комплекс вопросов, связанных с его приобретением, обеспечением эффективности эксплуатации и пр. Поэтому тема данной статьи безусловно является актуальной.

К достоинствам статьи можно отнести комплексный характер рассматриваемой проблематики, включая попытку формализации критериев принятия решений.

К недостаткам работы можно отнести следующее: большинство математических моделей сформулированы лишь в общем виде (без детализации); отсутствует анализ функциональности программных средств по учету оборудования и его технического состояния, ссылки на которые даются в статье.

Однако это связано, судя по всему, со стремлением авторов ограничить объем работы при сохранении комплексного характера рассмотрения вопросов, декларированных в ее названии.

УДК 62: 621.311 + 004.021

ТРЕХЭТАПНАЯ МОДЕЛЬ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ С ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ В МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ)

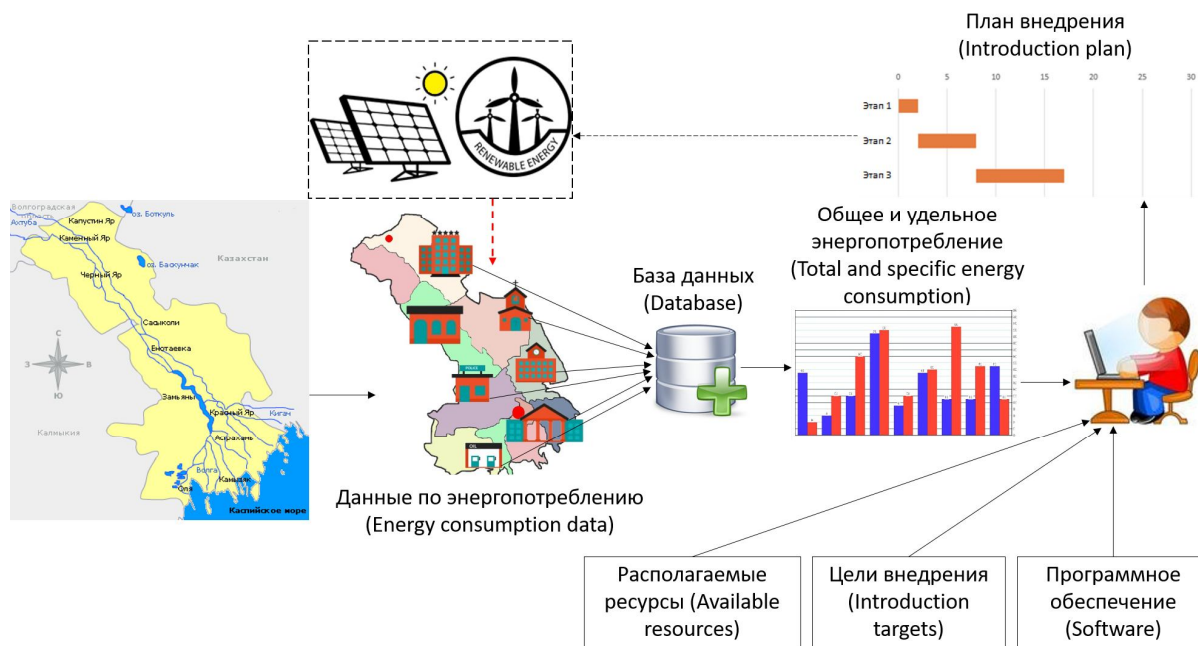
Статья поступила в редакцию 01.02.2018, в окончательном варианте – 26.02.2018.

Зайнутдинов Рустем Ахтямович, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, кандидат технических наук, e-mail: rzain@gmail.com

Рассмотрена задача анализа электропотребления (ЭП) муниципальных образований (МО) региона и формирования предложений по устранению диспропорций в их электроснабжении с учетом социальных условий развития МО. В качестве примера проведен анализ статистических данных о численностях населения и об ЭП МО Астраханской области. Особенностью исследования является применение теории техноценозов. Построены ранговые параметрические распределения МО по общему и удельному ЭП. На основе анализа этой информации предложено осуществлять внедрение систем электроснабжения, использующих возобновляемые источники энергии (ВИЭ), в три этапа: на каждом этапе системы с ВИЭ внедряются в определенной группе МО. Предложенная модель поэтапного внедрения систем ВИЭ рассмотрена на примере Астраханской области. Однако этот подход является универсальным и может быть применен и для других регионов страны

Ключевые слова: регион, муниципальное образование, электроснабжение, общее электропотребление, удельное электропотребление, возобновляемые источники энергии, техноценоз, ранговый анализ, оптимизация решений, модели эффективности решений, информационные технологии, Астраханская область

Графическая аннотация (Graphical annotation)



THREE-STAGE MODEL OF IMPLEMENTING SYSTEMS, BASED ON USAGE OF THE RENEWABLE ENERGY SOURCES, IN REGIONAL MUNICIPALITIES (ON THE EXAMPLE OF THE ASTRAKHAN REGION)

Article was received by editorial board on 01.02.2018, in the final version – 26.02.2018.

Zaynutdinov Rustem A., Astrakhan State University, 20a Tatishchev St., Astrakhan, 414056, Russian Federation,
Cand. Sci. (Engineering), e-mail: rzain@gmail.com

In this article are considered the task of regional municipalities power consumption (PC) analysis; also are formulating proposals for eliminating disproportions in municipalities PC (taking into account social conditions of certain municipalities development). For the example have been made an analysis of Astrakhan region municipalities statistical data about population and PC. Applying technocenosis theory is a particular feature of this research. System of rank parametrical distribution of municipalities PC in general and specific PC is made. On the basis of the this analysis was proposed to implement PC systems, using renewable sources of energy (RSE) in three stages: at each stage systems, based on RSE usage, are implemented in certain group of municipalities. The proposed model of phased implementation for systems, based on RSE usage, is considered on the Astrakhan region example. However this approach is universal and can be applied in other regions of the country.

Keywords: region, municipality, power supply, general power consumption, specific power consumption, renewable sources of energy, technocenosis, rank analysis, decision optimization, decision efficiency models, information technologies, Astrakhan region

Введение. Одним из важнейших факторов, необходимых для успешного социально-экономического развития регионов, является устойчивое обеспечение их электроэнергией (ЭЭ). При этом наряду с развитием традиционной энергетики все большее внимание начало уделяться и использованию возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Однако в существующих работах не отражены вопросы обоснования целесообразности внедрения ВИЭ на уровне отдельных муниципальных образований регионов, а также выбора очередности внедрения ВИЭ в муниципальных образованиях. Поэтому целью данной работы является попытка устранить указанный недостаток существующих исследований. Для определенности материал рассматривается на примере Астраханской области (АО).

Общая характеристика проблематики работы. В настоящее время альтернативная энергетика развивается достаточно быстро – как в мире в целом, так и в России [2, 10, 11, 14, 16, 20, 21]. При этом самой быстрорастущей сферой развития ВИЭ является солнечная энергетика (СЭ) [6, 25, 26]. Основные причины такого развития: высокая технологичность производства солнечных фотоэлектрических модулей и солнечных коллекторов; малые эксплуатационные расходы на их использование; высокие тарифы на углеводородное сырьё; стремление улучшить экологическую обстановку [9,18,19] в населенных пунктах за счет сокращения выбросов от электростанций; политические разногласия, стимулирующие страны мира к независимости в области энергетики.

Актуальность развития систем на основе ВИЭ и, в том числе, СЭ возрастает в связи с принятием 23.11.2009 г. Федерального закона № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [24]. Это особенно актуально для энергодефицитных регионов, к которым, относится и АО, а также весь Северный Кавказ [15]. Основные энергетические проблемы АО: нехватка генерирующих мощностей; устаревшие и в достаточной степени изношенные основные фонды; высокий уровень потерь энергии в при передаче ее через электрические сети; низкая энерговооруженность таких перспективных для Астраханской области видов экономической деятельности как сельское хозяйство, рыболовство, туристический бизнес [7].

Отметим также, что часто возникают и проблемы устойчивого энергообеспечения потребителей: населения, образовательных и медицинских учреждений [3], других организаций в удалённых поселениях [17] муниципальных образований. Одним из направлений решения этих проблем может стать использование ВИЭ [1, 4, 8, 22, 23] и в первую очередь – СЭ, имеющей наиболее высокий для Астраханской области ресурсный потенциал. Развитие СЭ возможно на нескольких иерархических уровнях: региона в целом; отдельного муниципального образования (генерирующие мощности на основе ВИЭ, коммунального характера); отдельной организации (или ее филиала в муниципальном образовании); отдельного здания (офисного, производственного или жилого назначения); отдельного коттеджа (по крайней мере, для сельских населенных пунктов АО характерна именно малоэтажная застройка). При этом использование ВИЭ хорошо совместимо с концепцией «умного дома», реализовать которую в полном объеме можно именно для коттеджей. Панели для выработки энергии на основе солнечного освещения могут располагаться на крышах зданий и на их боковых стенках; вне зданий – на территориях занимаемых организациями или отдельными домовладениями. В условиях малоэтажной застройки доля неиспользуемых участков таких территорий, как правило, выше, чем в случае среднеэтажной.

Обоснование целесообразности использования технoценoлогического подхода для прогнозирования потребления электроэнергии. В современных условиях прогнозирование потребления ЭЭ на основе нормативов становится невозможным. Поэтому все более актуальным для региона становится определение необходимых объёмов ЭЭ и мощности и для каждого муниципального образования (как конечного потребителя). Такое определение должно основываться на проведении детального анализа месячных и годовых объёмов потребления ЭЭ по каждому населённому пункту (муниципальному образованию). Для этой цели могут применяться (помимо нормативного) различные подходы, в т.ч. основанные на использовании математических методов, информационных технологий.

Широко известны биоценозы, социоценозы, информценозы и др. В 70-х гг. XX в., с учетом необходимости проявления особого внимания к закономерностям развития техники, Б.И. Кудриным был выделен новый вид ценоза – техноценоз [12]. В соответствии с определением, введенным Б.И. Кудриным, «техноценоз – это ограниченная в пространстве и времени взаимосвязанная совокупность далее неделимых технических изделий-особей, объединенных слабыми связями». Связи в техноценозе носят особый характер, определяемый конструктивной, а зачастую и технологической независимостью отдельных технических изделий; многообразием решаемых задач. Взаимосвязанность объектов в техноценозе определяется единством конечной цели, достигаемой с помощью общих систем управления, обеспечения и др. [5].

В нашей предшествующей работе [6] технoценoлогический подход был применен к анализу общего ЭП населенных пунктов. В качестве объектов техноценоза были рассмотрены муниципальные образования (МО) в АО. Каждое МО имеет индивидуальные значения величин потребления ЭЭ. Всего в Астраханской области 163 МО (не считая районов). Для целей анализа информационно-аналитической поддержки принятия решений по внедрению ВИЭ в муниципальные образования важно распределение МО по уровням потребления ЭЭ. Автором настоящей статьи построение рангово-параметрического распределения МО по общему ЭП было осуществлено на основе данных для 159 муниципальных образований.

Ранговое параметрическое распределение МО Астраханской области по удельному электропотреблению. С целью более корректной оценки эффективности энергоснабжения населенных пунктов региона необходимо обратить внимание не только на технические, но и на социальные аспекты. Для этого будем рассматривать не только общее, но и удельное, то есть приходящееся на душу населения, ЭП.

Исходной информацией для расчета удельного ЭП населением МО Астраханской области служат статистическая информация, полученная по результатам переписи населения в 2010 г., а также сведения, полученные от Астраханской энергосбытовой компании о потреблении электроэнергии МО в 2010 г.

Обладая информацией о годовом ЭП (электропотреблении) W (тыс. кВт·ч) и численности населения N того или иного МО, значение удельного электропотребления вычисляем по формуле:

$$W_{уд} = W / N . \tag{1}$$

Фрагмент табулированного рангового распределения по удельному ЭП МО представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Фрагмент табулированного рангового распределения по удельному электропотреблению

Ранг	Наименование МО	N Численность населения, чел.	W Потребление, 2010, тыс. кВт*ч	W _{уд} Удельное потребление, тыс. кВт *ч
1	Посёлок Нижний Баскунчак	365	1178,6	3,23
2	Посёлок Верхний Баскунчак	2791	5546,5	1,99
3	Каменноярский сельсовет	1022	2011,9	1,97
4	Успенский сельсовет	1038	1848,6	1,78
5	Черноярский сельсовет	7834	12047,3	1,54
6	Старицкий сельсовет	2144	2820,8	1,32
...
157	Степновский сельсовет	80	18,3	0,23
158	Верхнебузанский сельсовет	2049	341,0	0,17
159	Ахматовский сельсовет	1023	128,6	0,13

На основе полученного табулированного распределения был построен график рангового распределения (рис. 1).

Осуществим проверку соответствия полученных данных по ЭП МО критериям Н-распределения [5]. Такая проверка осуществляется для подтверждения возможности рассмотрения совокупности объектов энергопотребления в качестве техноценоза.

Проверка первой гипотезы о несоответствии генеральной совокупности данных нормальному распределению в настоящей работе осуществлена при помощи критерия Пирсона [5]. При анализе принадлежности Н-распределений к области нормальных распределений по критерию Пирсона, были получены следующие значения эмпирических частот $\chi^2 = 1,032 \cdot 10^{10}$, $\chi^2_{кр} = 18,307$. На основании полученных данных ($\chi^2 > \chi^2_{кр}$) можно сделать вывод, что гипотеза о нормальном распределении генеральной совокупности должна быть отвергнута.

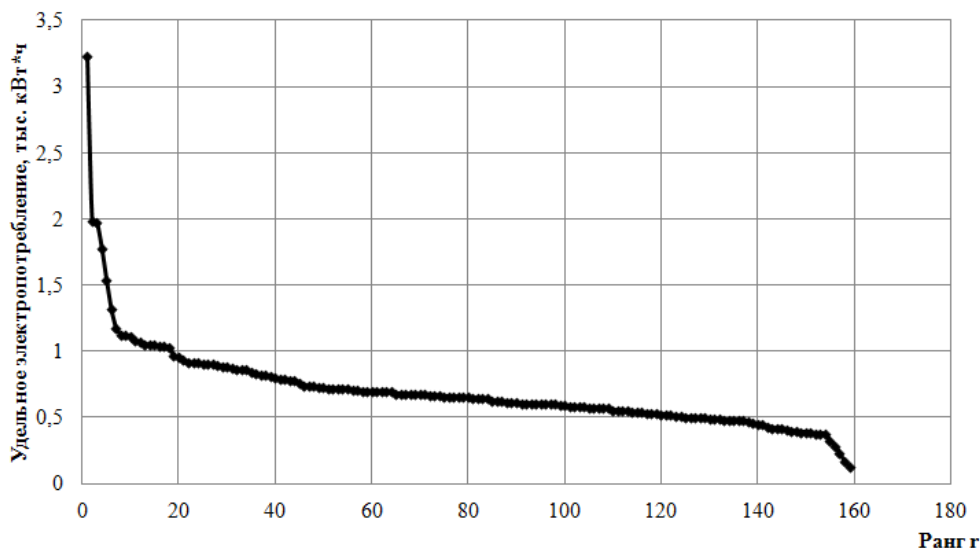


Рисунок 1 – Ранговое параметрическое распределение техноценоза МО Астраханской области по удельному электропотреблению

Данный вывод подтверждается при проверке данных методом спрямлённых диаграмм (рис. 2). На оси абсцисс отложено удельное электропотребление, на оси ординат ордината – квантили. Квантиль – это значение, которое заданная случайная величина не превышает с фиксированной вероятностью. Из рисунка 2 видно, что точки, соответствующие ЭП МО, не лежат вблизи какой-либо прямой. Соответственно, можно сделать тот же вывод о необходимости отвергнуть гипотезу о нормальном распределении совокупности данных.

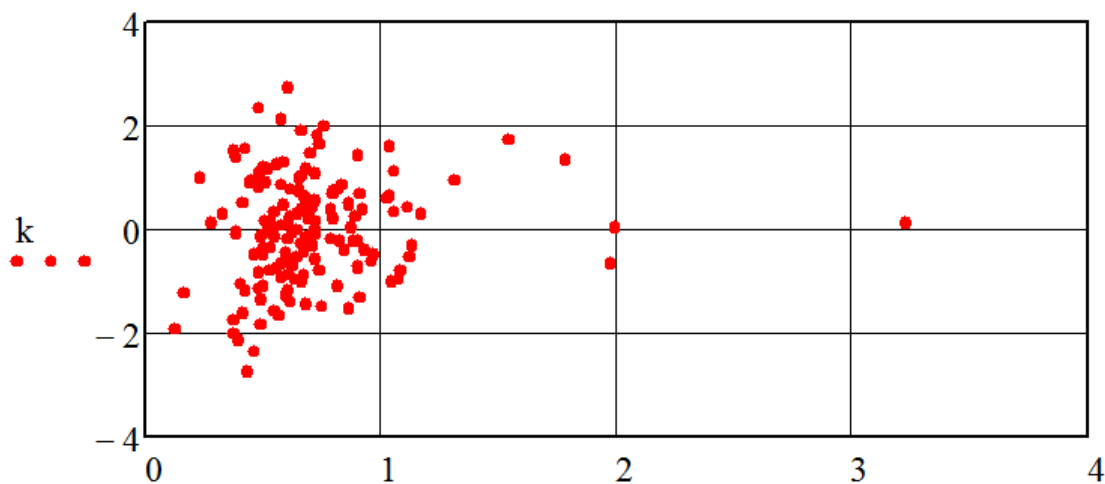


Рисунок 2 – Распределение квантилей электропотребления: абсцисса – удельное электропотребление, ордината – квантили

Проверка второй гипотезы (о взаимосвязанности объектов техноценоза) – была выполнена с помощью коэффициента конкордации [5, 13]. Коэффициент конкордации W значим, если он имеет значения от 0,5 до 1,0. Для исследуемой совокупности данных коэффициент конкордации $W = 1$. Это свидетельствует о взаимосвязанности объектов исследуемого техноценоза.

Таким образом, результаты проверки этих двух гипотез показывают, что генеральная совокупность данных об удельном электропотреблении МО может рассматриваться как ярко выраженный техноценоз.

Аппроксимация. С точки зрения последующей статистической обработки данных большое значение имеет аппроксимация эмпирических ранговых распределений [5, 13]. Такая аппроксимация может осуществляться различными методами. Согласно рекомендациям [5], аппроксимирующую кривую строят по методу наименьших модулей (МНМ) и методу наименьших квадратов (МНК).

Метод наименьших модулей. В результате использования процедуры аппроксимации по МНМ были получены параметры аппроксимирующей кривой в виде:

$$W = W_1 / r^\beta, \quad (2)$$

где r – ранг по параметру.

Данная формула описывает Н-распределение и является базовой формулой в техноценологическом подходе [5, 12, 13]. Объекты располагают в порядке убывания значений параметра. W_1 – максимальное значение параметра «особи» (объекта техноценоза) с рангом «1», т.е. в первой точке. Обозначения: r – номер ранга; β – ранговый коэффициент, характеризующий степень крутизны кривой распределения. Параметры аппроксимирующей кривой приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Аппроксимация рангового распределения по методу наименьших модулей

$T, год$	Параметры распределения		Аналитическая зависимость
	W_1	β	
2010	2,542	0,319	$W_{уд} = \frac{2,542}{r^{0,319}}$

Результаты аппроксимации в графической форме показаны на рисунке 3.

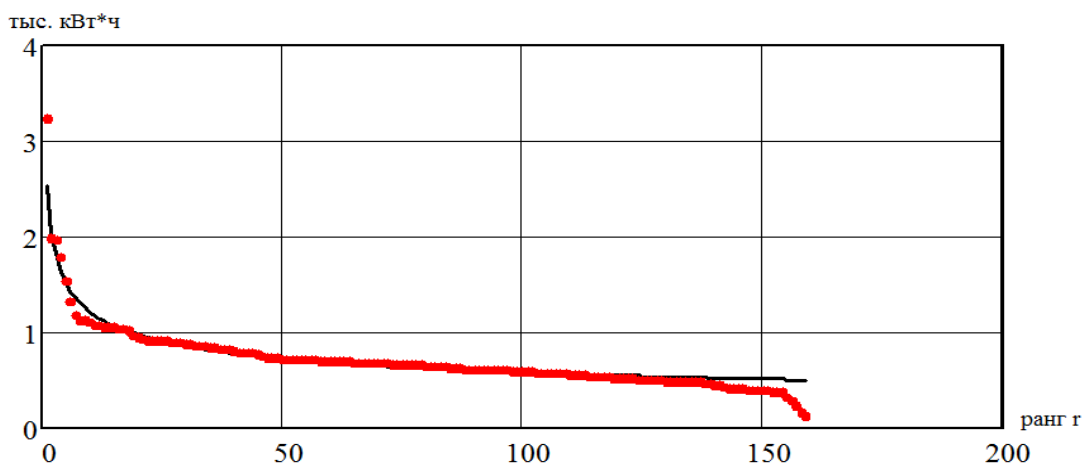


Рисунок 3 – Ранговое параметрическое распределение техноценоза по удельному ЭП: абсцисса – ранг объекта; ордината – величина ЭП (кВт*ч); точки – эмпирические данные; сплошная линия черного цвета – аппроксимирующая кривая, полученная по МНМ

Интервальное оценивание. Для определения объектов, удельное ЭП которых аномально, необходимо осуществить интервальное оценивание параметрического распределения. Применительно к ЭП, если точка на ранговом распределении входит в доверительный интервал, то в пределах гауссового разброса параметров можно сделать вывод о том, что данный объект потребляет ЭЭ нормально. Противоположный вариант свидетельствует об аномальном потреблении ЭЭ объектом (рис. 4).

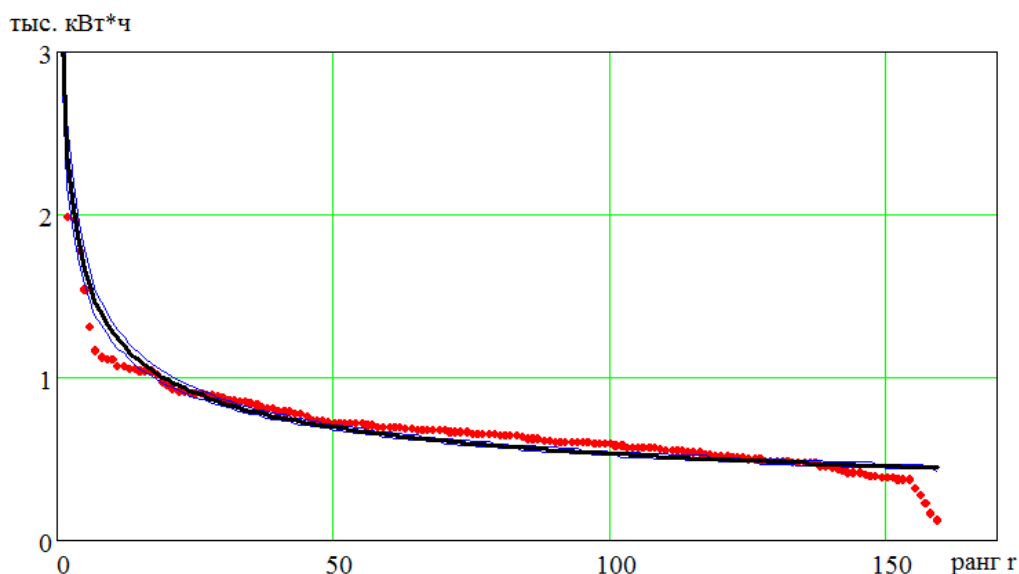


Рисунок 4 – Доверительный интервал рангового параметрического распределения МО по удельному электропотреблению. Обозначения: точки красным цветом – фактические значения; черная линия – аппроксимирующая кривая; голубые линии – задают «коридор» для доверительного интервала с величиной вероятности расположения точек в этом «коридоре», равной 95 %

На рисунке 5 отражено количество точек, находящихся выше и ниже доверительного интервала, а также попавших в него.

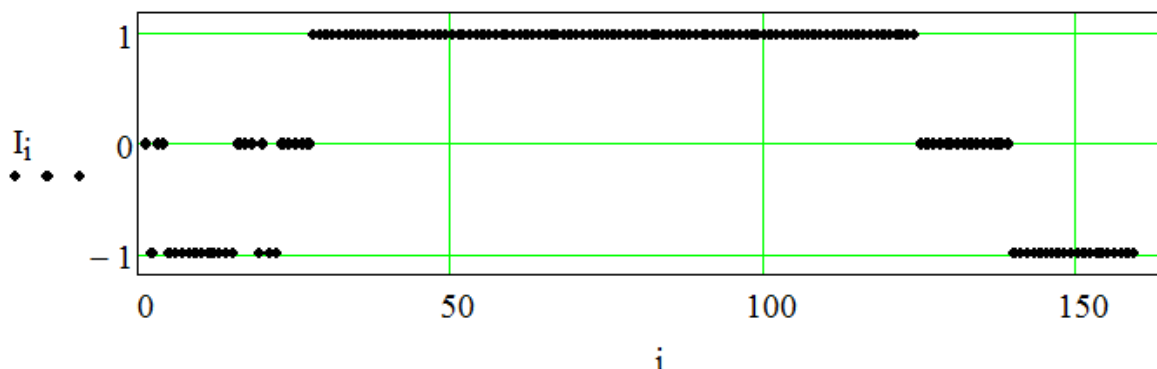


Рисунок 5 – Попадание точек (объектов) параметрического распределения МО по удельному ЭП в доверительный интервал, абсцисса – ранг объекта; ордината – величина индикатора

На этом рисунке значение индикатора равно «0», если точка находится внутри доверительного интервала; равно «1», если точка находится выше доверительного интервала; равно «-1», если объекты находятся ниже линии, описывающей нижнюю границу доверительного интервала (такие объекты нуждаются в улучшении электроснабжения).

Отметим, что количество объектов с аномальным удельным ЭП в случае МО Астраханской области оказалось достаточно велико.

Целесообразно провести сопоставление данных по общему ЭП, рассмотренному в нашей предыдущей публикации [6] и по удельному ЭП, представленному в настоящей статье; выявить объекты с аномально низким общим и удельным ЭП (они имеют значение индикатора равные «-1»). В первую очередь именно для таких МО необходимо принимать меры по повышению эффективности их энергообеспечения, в т.ч. и за счет использования ВИЭ.

Формирование списка очередности размещения (внедрения) систем ВИЭ в муниципальных образованиях Астраханской области. В основном, в известных работах рассматриваются вопросы проектирования и эксплуатации автономных и гибридных энергетических установок на основе ВИЭ [1, 14, 17, 22, 23 и др.], проблема электроснабжения на основе ВИЭ для региона в целом, как правило, не затрагивается. В настоящем же исследовании предпринята попытка создания модели развития ВИЭ региона в целом. Для решения этой задачи нами был использован техноценологический подход. Ранее, в нашей работе [6] был представлен техноценоз МО Астраханской области по параметру общего ЭП. В настоящем исследовании также впервые было предложено построение техноценоза по удельному электропотреблению МО региона. При разработке модели внедрения ВИЭ в регионе в настоящей работе впервые было предложено осуществлять формирование списка очередности строительства систем ВИЭ в регионе на основе анализа данных двух техноценозов. Основопологающим фактором развития любого поселения является обеспечение благоприятных социальных условий проживания населения. Поэтому предлагается в качестве главного использовать перечень МО с аномально низким удельным ЭП, а в качестве вспомогательного – перечень МО с аномально низким общим ЭП.

В предлагаемых ниже перечнях МО приводятся в порядке очередности. При этом место в очереди определяется по относительной величине отклонения точек на графике, отображающих соответствующие МО, от границ доверительного интервала (границ «коридора» на рисунке 4). Первое место в этой очереди занимает МО с наибольшим отклонением от доверительного интервала.

1. Проводится анализ перечня МО с аномально низким общим ЭП и перечня МО с аномально низким удельным ЭП. По результатам такого анализа МО, попавшие в оба перечня, занимают позиции в списке первого этапа строительства (табл. 3). Среди них первое место присваивается МО с наибольшей относительной величиной отклонения удельного ЭП от границ доверительного интервала. Второе место занимают МО с наибольшей относительной величиной отклонения удельного ЭП от границ доверительного интервала после первого МО.

2. Далее в порядке очередности в список второго этапа (табл. 4) включаются МО из перечня с аномально низким удельным ЭП, не попавшие в список первого этапа.

3. В список третьего этапа (табл. 5) включаются МО из перечня с аномально низким общим ЭП, не попавшие в списки первого и второго этапов. Очередность в этом списке соответствует относительной величине отклонения общего ЭП от границ доверительного интервала (линий, задающих «коридор» на рисунке 4).

Таблица 3 – Список первого этапа строительства систем ВИЭ включает МО с аномально низким удельным ЭП и аномально низким общим ЭП

№ в очереди	Ранг	Наименование МО	$W_{уд}$ Удельное ЭП, (тыс. кВт*ч, 2010 г.)	$W_{0уд}$ Оптимальное удельное ЭП (тыс. кВт*ч/год)
1	159	Ахматовский сельсовет	0,126	0,505
2	158	Верхнебузанский сельсовет	0,166	0,506
3	157	Степновский сельсовет	0,229	0,507
4	155	Речновский сельсовет	0,322	0,509
5	7	Рынковский сельсовет	1,170	1,366
6	149	Новокрасинский сельсовет	0,388	0,515
7	9	Каспийский сельсовет	1,117	1,261
8	147	Восточинский сельсовет	0,399	0,517
9	146	Басинский сельсовет	0,408	0,518
10	2	Посёлок Верхний Баскунчак	1,987	2,038
11	144	Хуторской сельсовет	0,417	0,521
12	145	Село Копановка	0,416	0,520
13	143	Ветлянинский сельсовет	0,419	0,522
14	12	Город Харабали	1,072	1,151
15	142	Посёлок Винный	0,431	0,523
16	14	Сасыкольский сельсовет	1,050	1,095

Под оптимальными в таблице 3 и далее понимаются значения ЭП, соответствующие аппроксимационной зависимости, т.е. лежащие на черной линии по рисунку 4.

Таблица 4 – Список 2-го этапа строительства систем ВИЭ – МО с аномально низким удельным ЭП

№ в очереди	Ранг	Наименование МО	$W_{уд}$ Удельное ЭП (тыс. кВт*ч, 2010 г.)	$W_{0уд}$ Оптимальное удельное ЭП (тыс.кВт*ч/год)
17	156	Прикаспийский сельсовет	0,281	0,508
18	154	Байбекский сельсовет	0,372	0,510
19	8	Марфинский сельсовет	1,126	1,309
20	152	Алтынжарский сельсовет	0,376	0,512
21	153	Хошеутовский сельсовет	0,376	0,511
22	151	Федоровский сельсовет	0,385	0,513
23	150	Новотузуклейский сельсовет	0,387	0,514
24	148	Актюбинский сельсовет	0,391	0,516
25	6	Старицкий сельсовет	1,316	1,435
26	10	Село Болхуны	1,112	1,219
27	11	Замьяновский сельсовет	1,078	1,183
28	13	Тишковский сельсовет	1,052	1,122
29	141	Солянский сельсовет	0,442	0,524
30	140	Старокучергановский сельсовет	0,449	0,525
31	15	Вязовский сельсовет	1,046	1,072
32	19	Кочноватский сельсовет	0,965	0,994
33	21	Крутовский сельсовет	0,930	0,962
34	22	Сеитовский сельсовет	0,915	0,948

Таблица 5 – Список объектов для 3-го этапа строительства систем с использованием ВИЭ – МО с аномально низким общим ЭП

№ в очереди	Ранг	Наименование МО	W ЭП (тыс. кВт*ч, 2010 г.)	W_0 Оптимальное ЭП (тыс. кВт*ч/год)
35	155	Косикинский сельсовет	260,5	463,8
36	154	Ново-Булгаринский сельсовет	266,1	466,7
37	152	Батаевский сельсовет	299,9	472,5
38	149	Курченский сельсовет	325,0	481,6
39	150	Бударинский сельсовет	324,9	478,5
40	148	Чапаевский сельсовет	331,8	484,6
41	3	Черноярский сельсовет	12047,3	19674,9
42	145	Грачевский сельсовет	361,1	494,2

Продолжение таблицы 5

№ в очереди	Ранг	Наименование МО	W ЭП (тыс. кВт·ч, 2010 г.)	W ₀ Оптимальное ЭП (тыс. кВт·ч/год)
43	4	Город Камызяк	10222	14970
44	2	Город Ахтубинск	19095,9	28920,1
45	5	Икрянинский сельсовет	9183,4	12110,4
46	139	Село Малый Арал	440,0	514,4
47	144	Село Садовое	426,4	497,4
48	141	Тулугановский сельсовет	436,0	507,5
49	142	Проточенский сельсовет	435,7	504,1
50	143	Владимирский сельсовет	432,8	500,7
51	7	Началовский сельсовет	7279,0	8797
52	8	Рабочий посёлок Лиман	6498,4	7749
53	137	Султановский сельсовет	462,8	521,5
54	135	Село Ступино	471,7	528,9
55	134	Лебяжинский сельсовет	475,2	532,6
56	133	Зюзинский сельсовет	487,1	536,4
57	6	Красноярский сельсовет	8677,0	10184,4
58	130	Сокруговский сельсовет	498,3	548,2
59	132	Жан Аульский сельсовет	495,8	540,3

Заключение. Таким образом, на основании техноценологического подхода к анализу электропотребления МО региона с оценкой ранговых параметрических распределений общего и удельного ЭП, предложена трехэтапная **модель внедрения** систем, использующих ВИЭ в МО Астраханской области. При формировании списка очередности внедрения систем ВИЭ в МО региона учтена необходимость создания благоприятных социальных условий проживания населения.

Предложено выделить три этапа строительства систем, использующих ВИЭ. На первом – предлагается внедрение систем, основанных на использовании ВИЭ в тех МО, в которых одновременно имеет место аномально низкое удельное ЭП и общее ЭП. На втором – рекомендуется строительство систем, основанных на использовании ВИЭ в тех МО, где имеется лишь аномально низкое удельное ЭП. Третий этап строительства рекомендуется проводить в МО, имеющих только аномально низкое общее ЭП.

Предложенная модель внедрения систем, использующих ВИЭ для электроснабжения населенных пунктов региона, рассмотрена на примере Астраханской области. Однако она является универсальной и, по мнению автора, может быть применена и для других регионов страны.

Использование разработанных рекомендаций по очередности строительства систем, основанных на использовании ВИЭ, в МО обеспечит системный подход к повышению эффективности электроснабжения муниципальных образований региона; благоприятно отразится на социально-экономической ситуации в нем.

Список литературы

1. Асиев А. Т. Разработка многофункционального анализатора показателей качества электроэнергии для контроля автономных систем электроснабжения / А. Т. Асиев // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2017. – № 2. – С. 155–170 ([http://hi-tech.asu.edu.ru/files/2\(38\)/155-170.pdf](http://hi-tech.asu.edu.ru/files/2(38)/155-170.pdf)).
2. Бондаренко С. И. Использование возобновляемых источников энергии в реакционных зонах Иркутской области / С. И. Бондаренко, Г. В. Лукина, А. С. Петров, А. Н. Самаркина, Е. В. Самаркина // Вестник ИрГСХА. – 2017. – С. 184–191.
3. Брумштейн Ю. М. Энергопотребление и энергоэффективность деятельности медицинских учреждений: направления анализа и возможности / Ю. М. Брумштейн, Д. А. Захаров, В. М. Сокольский // Прикаспийский журнал. Управление и высокие технологии. – 2015. – № 3. – С. 40–57 ([http://hi-tech.asu.edu.ru/files/3\(31\)/40-57.pdf](http://hi-tech.asu.edu.ru/files/3(31)/40-57.pdf)).
4. Власенко Е. А. Системы электроснабжения на возобновляемых источниках / Е. А. Власенко, П. Г. Корзенков // Новые технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности с использованием электрофизических факторов и озона : сборник трудов Международной научно-практической. – Ставрополь : Параграф, 2014. – С. 13–15.
5. Гнатюк В. И. Закон оптимального построения техноценозов / В. И. Гнатюк. – Вып. 29. Ценологические исследования. – Москва : ТГУ – Центр системных исследований, 2005. – 384 с.
6. Зайнутдинов Р. А. Техноценологический подход к анализу электропотребления муниципальными образованиями Астраханской области / Р. А. Зайнутдинов // Прикаспийский журнал: Управление и высокие технологии. – 2012. – № 2 (18). – С. 140–145 ([http://hi-tech.asu.edu.ru/files/2\(18\)/140-145.pdf](http://hi-tech.asu.edu.ru/files/2(18)/140-145.pdf)).
7. Зайнутдинов Р. А. Расчет мощности и количества солнечных модулей для гибридной автономной системы электроснабжения охотничьей базы / Р. А. Зайнутдинов, С. Н. Братышев // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения : сборник научных трудов Международной научной конференции / под ред. М. Ю. Левина. – Липецк : Максималь: информационные технологии, 2016. – С. 12–15.

8. Зайнутдинова Л. Х. Подготовка кадров для разработки, внедрения и эксплуатации возобновляемых источников энергии / Л. Х. Зайнутдинова // Электротехнические комплексы и системы : межвузовский научный сборник. – Уфа : РИК УГАТУ, 2014. – С. 205–208.
9. Капитонов И. А. Экологизация энергетики как сопутствующий аспект внедрения ВИЭ в России / И. А. Капитонов // Энергия: экономика, техника, экология. – 2016. – № 10. – С. 36–41.
10. Каширина Е. С. Возобновляемые источники энергии как фактор развития энергетической системы Республики Башкортостан / Е. С. Каширина // Молодой ученый. – 2016. – № 5–4 (109). – С. 12–15.
11. Кезембаева Г. Б. Анализ инструментов, стимулирующих повышение энергоэффективности за счет внедрения возобновляемых источников энергии в Казахстане / Г. Б. Кезембаева, Д. М. Кезембаев // Вестник современной науки. – 2016. – № 9 (21). – С. 43–48.
12. Кудрин Б. И. Классика технических ценозов. Общая и прикладная ценология / Б. И. Кудрин. – Томск : Томский государственный университет – Центр системных исследований, 2006. – Вып. 31. «Ценологические исследования». – 220 с.
13. Кудрин Б. И. Организация, построение и управление электрическим хозяйством на основе теории больших систем / Б. И. Кудрин. – Москва : Центр системных исследований, 2002. – Вып. 24. Ценологические исследования. – 368 с.
14. Лозенко В. К. Сравнительный технико-экономический анализ генерирующих установок на базе возобновляемых источников энергии (на примере Республики Казахстан) / В. К. Лозенко, Д. В. Лопатин, Д. В. Михеев // Микроэкономика. – 2015. – № 5. – С. 77–88.
15. Магомедова Н. А. Региональные проблемы перехода к чистым источникам энергии (на примере республики Дагестан) / Н. А. Магомедова // Вестник молодых ученых Дагестана. – 2008. – № 2. – С. 67–71.
16. Маринычев П. А. Перспективы развития электроэнергетики и ВИЭ в республике Саха (Якутия) / П. А. Маринычев // Академия энергетики. – 2015. – №2 (64). – С. 40–46.
17. Муровский С. П. Система автономного электроснабжения удаленных потребителей на базе возобновляемых источников энергии / С. П. Муровский, А. Н. Курзо // Успехи современной науки. – 2017. – Т.6, № 3. – С. 54–57.
18. Мхитарян Н. М. Комплексное использование энергии возобновляемых источников / Н. М. Мхитарян, С. О. Кудря, Л. В. Яценко, Л. Я. Шинкаренко, М. Д. Ткаленко, В. И. Будько // Альтернативная энергетика и экология. – 2013. – № 17 (139). – С. 14–22.
19. Пенджиев А.М. Возобновляемая энергетика и экология / А. М. Пенджиев // Альтернативная энергетика и экология. – 2014. – № 8 (148). – С. 45–78.
20. Романов В. В. Применение возобновляемых источников энергии в условиях Оренбургской области / В. В. Романов, Д. К. Байкасов // INTERNATIONAL INNOVATION RESEARCH : сборник статей IX Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 69–75.
21. Симонова М. Д., Захаров В. Е. Статистический анализ тенденций развития мировой возобновляемой энергетики / М. Д. Симонова, В. Е. Захаров // Вестник МГИМО Университета. – 2016. – № 3 (48). – С. 214–220.
22. Таскин А. В. К вопросу создания локальных энергетических установок на базе возобновляемых источников энергии / А. В. Таскин, Е. И. Кончаков, А. В. Герасименко, Ф. М. Рахимов, Н. В. Силин, Н. Хасанзод / Современные технологии и развитие политехнического образования : научное электронное издание. – Владивосток : Дальневосточный Федеральный университет, 2016. – С. 416–418.
23. Тягунов М. Г. Развитие энергетики возобновляемых источников на основе типовых гибридных комплексов в распределенных энергосистемах / М. Г. Тягунов // Инноватика и экспертиза: научные труды. – 2012. – № 2. – С. 91–97.
24. Российская Федерация. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации от 23.11.2009 г. : федеральный закон № 261-ФЗ : [принят Государственной Думой 11.11.2009 г. ; одобрен Советом Федерации 18.11.2009 г.] // КонсультантПлюс. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978/, свободный. – Заглавие с экраа. – Яз. рус.
25. Шарипов Б. А. Солнечная энергетика в Таджикистане / Б. А. Шарипов, Д. У. Холиков, А. Б. Алимардонов // Бюллетень науки и практики. – 2017. – № 6 (19). – С. 174–179.
26. Шарова А. Ю. Развитие возобновляемой энергетики в арабских странах / А. Ю. Шарова // Азия и Африка сегодня. – 2017. – №5 (718). – С. 56–64.

References

1. Asiev A.T. Razrabotka mnogofunkcionalnogo analizatora pokazateley kachestva elektroenergii dlya kontrolya avtonomnykh sistem elektrosnabzheniya [Development of the multifunctional analyzer of the indices of quality of electric power for the inspection of the autonomous systems of power supply]. *Prikaspijskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Control and High Technologies], 2017, no. 2, pp. 155–170 ([http://hi-tech.asu.edu.ru/files/2\(38\)/155-170.pdf](http://hi-tech.asu.edu.ru/files/2(38)/155-170.pdf)).
2. Bondarenko S. I., Lukina G. V., Petrov A. S., Samarkina A. N., Samarkina E. V. Ispolzovanie vozobnovlyаемых istochnikov energii v reaktsionnykh zonakh Irkutskoy oblasti [Use of the renewed energy sources in the reaction zones of Irkutsk region]. *Vestnik IrGSHA* [Bulletin of the IrGSKhA], 2017, pp. 184–191.
3. Brumshteyn Yu. M., ZaKharov D. A., Sokolskiy V. M. Energopotrebleniye i energoeffektivnost deyatel'nosti meditsinskikh uchrezhdeniy: napravleniya analiza i vozmozhnosti [Energy consumption and the energy-effectiveness of the activity of the medical establishments: the direction of analysis and possibility]. *Prikaspijskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Control and High Technologies], 2015, no. 3, pp. 40–57 ([http://hi-tech.asu.edu.ru/files/3\(31\)/40-57.pdf](http://hi-tech.asu.edu.ru/files/3(31)/40-57.pdf)).
4. Vlasenko E. A., Korzenkov P. G. Sistemy elektrosnabzheniya na vozobnovlyaemykh istochnikakh [Systems of power supply on the renewed sources]. *Novye tekhnologii v selskom hozyaystve i pishchevoy promyshlennosti s ispol-*

zovaniem elektrofizicheskikh faktorov i ozona : sbornik trudov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [New Technologies in the Agriculture and the Food Industry with the Use of Electrophysical Factors and Ozone. Proceedings of the International Practical and Scientific Conference], Stavropol, Paragraf Publ., 2014, pp. 13–15.

5. Gnatyuk V. I. *Zakon optimalnogo postroyeniya tekhnosenozov* [Law of the optimum construction of technosenozov], Moscow, TGU – The center of systems research Publishing House, 2005, issue 29. Tsenologicheskyye studies. 384 p.

6. Zaynutdinov R. A. Tekhnosenologicheskyy podkhod k analizu elektropotrebleniya munitsipalnymi obrazovaniyami Astrakhanskoj oblasti [Technosenologicheskyy approach to the analysis of electric requirements by the municipal formations of the Astrakhan province]. *Prikaspijskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Control and High Technologies], 2012, no. 2 (18), pp. 140–145 ([http://hi-tech.asu.edu.ru/files/2\(18\)/140-145.pdf](http://hi-tech.asu.edu.ru/files/2(18)/140-145.pdf)).

7. Zaynutdinov R. A., Bratyshev S. N. Raschet moshchnosti i kolichestva solnechnykh moduley dlya gibridnoy avtonomnoy sistemy elektrosnabzheniya okhotnichyey bazy [Calculation of power and quantity of solar modules for the hybrid autonomous system of the power supply of hunting base]. *Sovremennaya nauka: aktualnye problemy i puti ih resheniya : sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii* [The Contemporary Science: Vital Problems and the Method of Their Solution. Proceedings of the International Scientific Conference], Lipetsk, Maksimal: informatsionnye tekhnologii Publ., 2016, pp. 12–15.

8. Zaynutdinova L. Kh. Podgotovka kadrov dlya razrabotki, vnedreniya i ekspluatatsii vozobnovlyaemykh istochnikov energii [Training personnel for the development, the introduction and operating the renewed energy sources]. *Elektrotekhnicheskie komplekxy i sistemy : mezhvuzovskiy nauchnyy sbornik* [Electrotechnical Complexes and the System. Proceedings], Ufa, RIK UGATU Publ. House, 2014, pp. 205–208.

9. Kapitonov I. A. Ekologizatsiya energetiki kak soputstvuyushchiy aspekt vnedreniya VIE v Rossii [Ecologization of power engineering as the associated aspect of introduction RES in Russia]. *Energiya: ekonomika, tekhnika, ekologiya* [Energy: Economy, Technology, Ecology], 2016, no. 10, pp. 36–41.

10. Kashirina E. S. Vozobnovlyaemye istochniki energii kak faktor razvitiya energeticheskoy sistemy Respubliki Bashkortostan [Renewed energy sources as the factor of the development of the power system of the republic of Bashkortostan]. *Molodoy uchenyy* [Young Scientist], 2016, no. 5–4 (109), pp. 12–15.

11. Kezembayeva G. B., Kezembayev D. M. Analiz instrumentov, stimuliruyushchikh povyshenie energoeffektivnosti za schet vnedreniya vozobnovlyaemykh istochnikov energii v Kazakhstane [Analysis of the tools, which stimulate an increase in the energy-effectiveness due to the introduction of the renewed energy sources in Kazakhstan]. *Vestnik sovremennoy nauki* [Bulletin of the Contemporary Science], 2016, no. 9 (21), pp. 43–48.

12. Kudrin B. I. *Klassika tekhnicheskikh tsenozov. Obschaya i prikladnaya tsenologiya* [Classics of technical sciences. General and applied tsenologiya], Tomsk, Tomsk State University – The Center of Systems Research Publ. House, 2006, issue 31. Tsenologicheskyye studies. 220 p.

13. Kudrin B. I. *Organizatsiya, postroyeniye i upravleniye elektricheskim khozyaystvom na osnove teorii bolshikh sistem* [Organization, construction and management of electrical economy on the basis of the theory of large systems], Moscow, Tsentr sistemnykh issledovaniy Publ., 2002. 368 p.

14. Lozenko V. K., Lopatin D. V., Mikheev D. V. Sravnitelnyy tekhniko-ekonomicheskyy analiz generiruyushchikh ustanovok na baze vozobnovlyaemykh istochnikov energii (na primere Respubliki Kazakhstan) [Comparative technical and economic analysis of the generating installations on the base of the renewed sources of energy (based on the example of republic Kazakhstan)]. *Mikroekonomika* [Micro-economy], 2015, no. 5, pp. 77–88.

15. Magomedova N. A. Regionalnye problemy perekhoda k chistym istochnikam energii (na primere Respubliki Dagestan) [Regional problems of passage to the clean sources of energy (based on the example of the Republic of Dagestan)]. *Vestnik molodykh uchenykh Dagestana* [Bulletin of the Young Scientists of Dagestan], 2008, no. 2, pp. 67–71.

16. Marinychev P. A. Perspektivy razvitiya elektroenergetiki i VIE v Respublike Sakha (Yakutiya) [Prospects for the development of electro-energetics and RES in the republic of Saha (Yakutiya)]. *Akademiya energetiki* [The Academy of Power Engineering], 2015, no. 2 (64), pp. 40–46.

17. Murovskiy S. P., Kurzo A. N. Sistema avtonomnogo elektrosnabzheniya udalennykh potrebiteley na baze vozobnovlyaemykh istochnikov energii [System of the autonomous power supply of the remote users on the base of the renewed energy sources]. *Uspekhi sovremennoy nauki* [The Successes of contemporary science], 2017, vol. 6, no. 3, pp. 54–57.

18. Mkhitaryan N. M., Kudrya S. O., Yatsenko L. V., Shinkarenko L. Ya., Tkalenko M. D., Budko V. I. Kompleksnoye ispolzovanie energii vozobnovlyaemykh istochnikov [Complex use of energy of the renewed sources]. *Alternativnaya energetika i ekologiya* [Alternative Power Engineering and Ecology], 2013, no. 17 (139), pp. 14–22.

19. Pendzhiev A. M. Vozobnovlyaemaya energetika i ekologiya [Renewed power engineering and ecology]. *Alternativnaya energetika i ekologiya* [Alternative Power Engineering and Ecology], 2014, no. 8 (148), pp. 45–78.

20. Romanov V. V., Baykasenov D. K. Primeneniye vozobnovlyaemykh istochnikov energii v usloviyakh Orenburgskoy oblasti [Application of the renewed energy sources under the conditions of Orenburg region]. *INTERNATIONAL INNOVATION RESEARCH : sbornik statey IX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [INTERNATIONAL INNOVATION RESEARCH. Proceedings of the IX International Practical and Scientific Conference], 2017, pp. 69–75.

21. Simonova M. D., Zakharov V. E. Statisticheskyy analiz tendentsiy razvitiya mirovoy vozobnovlyaemoy energetiki [The statistical analysis of the trends of development of world renewed power engineering]. *Vestnik MGIMO Universiteta* [Bulletin of the MGIMO of University], 2016, no. 3 (48), pp. 214–220.

22. Taskin A. V., Konchakov E. I., Gerasimenko A. V., Rakhimov F. M., Silin N. V., Khasanzoda N. K. Voprosu sozdaniya lokalnykh energeticheskikh ustanovok na baze vozobnovlyaemykh istochnikov energii [To a question of the creation of local power plants on the base of the renewed energy sources]. *Sovremennye tekhnologii i razvitiye politekhnicheskogo obrazovaniya : nauchnoe elektronnoe izdaniye* [Contemporary Technologies and the Development of Polytechnic Formation : Scientific Electronic Publication], Vladivostok, Far-Eastern Federal University Publ. House, 2016, pp. 416–418.

23. Tyagunov M. G. Razvitie energetiki vobnovlyaemykh istochnikov na osnove tipovykh gibridnykh kompleksov v raspredeleennykh energosistemakh [Development of power engineering of the renewed sources on the basis of standard hybrid complexes in the distributed power systems]. *Innovatika i ekspertiza : nauchnye trudy* [Innovatika and examination. Proceedings], 2012, no. 2, pp. 91–97.

24. Russian Federation. On energy saving and on improving energy efficiency and on introducing amendments to certain legislative acts of the Russian Federation of November 23, 2009. The Federal Law no. 261-FZ. Adopted by the State Duma on 11.11.2009, approved by the Federation Council on 18.11.2009. *KonsultantPlyus* [ConsultantPlus]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978/.

25. Sharipov B. A., Kholikov D. U., Alimardonov A. B. Solnechnaya energetika v Tadzhikestane [Solar power engineering in Tadjikistan]. *Byulleten nauki i praktiki* [Bulletin of Science and Practice], 2017, no. 6 (19), pp. 174–179.

26. Sharova A. Yu. Razvitie vobnovlyaemoy jenergetiki v arabskikh stranah [Development of renewed power engineering in the Arab countries]. *Aziya i Afrika segodnya* [Asia and Africa Today], 2017, no. 5 (718), pp. 56–64.

РЕДАКЦИОННЫЙ КОММЕНТАРИЙ К СТАТЬЕ

Для Астраханской области анализ вопросов внедрения для электроснабжения потребителей оборудования, использующего возобновляемые источники энергии (ВИЭ), представляет особый интерес по следующим причинам: наличие развитой гидрографической сети (особенно в дельте Волги) затрудняет строительство и эксплуатацию линий электропередач; большое количество мелких населенных пунктов, а также отдельных рекреационных объектов типа охотничье-рыболовных баз.

В статье описан предлагаемый автором оригинальный подход к определению очередности (этапности) внедрения оборудования, использующего ВИЭ, в муниципальных образованиях (МО) Астраханской области. Применяемый математический аппарат адекватен цели работы и составу решаемых задач. Изложение достаточно последовательное. Выводы соответствуют цели работы.

Однако по статье можно сделать некоторые замечания. 1) Используются данные по потреблению электроэнергии за 2010г. В настоящее время их можно считать несколько устаревшими. Однако на описываемую методику определения очередности внедрения оборудования, использующего ВИЭ, эта «не актуальность» данных не влияет. 2) Не рассмотрены механизмы внедрения такого оборудования в практику обеспечения потребителей электроэнергией в МО области. В частности, вероятно, представляли бы интерес и варианты государственно-частного партнерства – с учетом большого количества индивидуальных домовладений в рассматриваемых МО. 3) В статье слабо отражены вопросы поддержки принятия решений при выборе оборудования, обеспечивающих использование ВИЭ (включая технические средства аккумуляции выработанной энергии). Между тем, наряду с солнечными панелями (они вырабатывают электроэнергию только в дневное время), могут использоваться и ветроэлектродвигатели; небольшие гидротурбины «погружного типа», которые не требуют строительства запруд для создания напора. Комбинирование этих типов устройств (в масштабах населенного пункта, отдельных домовладений или рекреационных объектов) могло бы представлять из себя отдельную, достаточно интересную оптимизационную задачу. 4) Классификация МО в статье осуществляется только на основе объемов потребления электроэнергии и численностей населения. Между тем, потребление электроэнергии в МО может серьезно зависеть от наличия производственных мощностей и интенсивностей их использования – в т.ч. с учетом сезонного характера загрузки этих мощностей. 5) В статье не рассматривается постановка задачи о внедрении оборудования для получения электроэнергии на основе использования ВИЭ для группы территориально смежных МО. Такой подход, по крайней мере в отношении сервисного обслуживания оборудования, может иметь определенные преимущества перед «точечным» внедрением в отдельных МО на основе критериев, предлагаемых в данной статье.

УДК [004.2+004.8]:378.1

МЕТОДЫ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ УЧЕТА И ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ВУЗАХ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ И РОССИИ

Статья поступила в редакцию 25.11.2017, в окончательном варианте – 24.02.2018.

Боскебеев Калычбек Джетмишбаевич, Кыргызский государственный технический университет имени И. Раззакова, 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, кандидат технических наук, доцент, e-mail: kboskebeev@mail.ru

Мамадалиева Жылдыз Болотбековна, Кыргызский государственный технический университет имени И. Раззакова, 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, соискатель, e-mail: jyldyz77@bk.ru

Иманалиева Жамила Назыржановна, Кыргызский государственный технический университет имени И. Раззакова, 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, старший преподаватель, e-mail: jimanalieva@gmail.com

Мухтарбекова Расита Мухтарбековна, Кыргызский государственный технический университет имени И. Раззакова, 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, магистрант, e-mail: m.rasita94@gmail.com