



“Fizika-2005”
Beynəlxalq Konfrans
International Conference
Международная Конференция



7 - 9 **iyun** **June** **2005** №127 **səhifə** **page** **485-489**
Июнь **стр.**

Bakı, Azərbaycan

Baku, Azerbaijan

Баку, Азербайджан

**ОБ ОЦЕНИВАНИИ ОТПУСКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НАСЕЛЕНИЮ ПРИ
НЕДОСТАТКАХ В СИСТЕМАХ УЧЕТА ЭНЕРГИИ**

БАЛАМЕТОВ А.Б., АЛИЕВ Х.Т.

АзНИИЭ и ЭП, Центр Управления "Байва-Энержи", Баку

E-mail: balametov.azniie@mail.ru

Тел. 4-31-11-57, факс 4-32-80-76

При эксплуатации распределительных ЭС встречаются случаи, когда в отдельных участках и населенных пунктах неисправны или отсутствуют счетчики учета электроэнергии. В таких случаях для оценки отпуска электроэнергии требуется применение специальных методик расчета отпущенной потребителям электроэнергии. В данной работе предлагается алгоритм распределения суммарного потребления электроэнергии населением между абонентами без счетчиков и оценки потребления каждого абонента.

При отсутствии счетчиков учета энергии, расчеты с абонентами (население) производятся по предварительным эмпирически определенным методикам. Такие методики подвергаются критике, вызывают претензии со стороны населения. Поэтому для оценки расчета отпущенной потребителям электроэнергии – ЭЭ, требуется разработка специальных методик и утверждения в соответствующих организациях.

Ниже рассматриваются алгоритмы распределения общего потребления ЭЭ между абонентами (население).

В связи с ограничением или прекращением подачи природного газа в сельские районы и с использованием для отопительных целей электроэнергии, имело место увеличение потребления электроэнергии населением [1-4].

Потребность в электроэнергии для отопительных целей и в быту для приближенных расчетов можно оценить следующим образом. Принимая по регионам Республики состав семьи состоящей в среднем из пяти человек, определяем потребление ЭЭ на одну семью (Таблица 1).

Оцениваемое значение потребности электроэнергии для семьи из пяти человек по предварительным расчетам составляет (47.4 - 92.2) кВт.час за зимние сутки. Для летних суток без нагревателей (26.4 - 44.2) кВт.час. Среднемесячное потребление составляет для зимних месяцев (47.4-92.2)*30 = (1426 - 2766) кВт.час и для летних месяцев (26.4 - 44.2)*30 = (792- 1326) кВт.час. При газоснабжении потребление электроэнергии за месяц уменьшается до (17.4 - 33.2)*30= 522 - 996 кВт.час.

Для оценки отпуска ЭЭ абонентам (населению) с неисправными расчетными счетчиками и при их отсутствии в распределительных электрических сетях пользуются приближенной методикой, полученной эмпирическим путем для городского населения для 1, 2 и 3 комнатных квартир в зависимости от наличия газоснабжения и отопительной системы (таблица 2).

1-вариант. Квартиры обеспечены природным газом и централизованной системой отопления.

2-вариант. Квартиры обеспечены природным газом, отсутствует централизованная система отопления (1.43).

3-вариант. Квартиры не обеспечены природным газом, отсутствует централизованная система отопления (3.36).

Зависимость потребления электроэнергии населением от площади жилья, наличия газоснабжения и наличия отопительной системы у абонента можно представить выражениями:

для 1-го варианта

$$W_{1\text{var}} = 163 + 20 \cdot \left(\frac{S - 20}{20} \right) = 163 + (S - 20)$$

для 2-го варианта

$$W_{2\text{var}} = 242 + 100 \cdot \left(\frac{S - 20}{20} \right) = 242 + 5 \cdot (S - 20)$$

для 3-го варианта

$$W_{3\text{var}} = 548 + 100 \cdot \left(\frac{S - 20}{20} \right) = 548 + 5 \cdot (S - 20)$$

Здесь S-площадь жилья в м².

№	Название электроприбора	Мощность, кВт	Длительность работы, час		Потребление ЭЭ, кВт.час	
			Мин.	Мах.	Мин.	Мах.
1	Лампы освещения	3*0.1	6	10	1.8	3.0
2	Холодильник	0.2	10	16	2.0	3.2
3	Телевизор	0.1	6	10	0.6	1.0
4	Электроутюг	1.0	1	2	1.0	2.0
5	Электроплита	1.0	3	6	3.0	6.0
6	Электрочайник	1.0	3	5	3.0	5.0
7	Электронагреватель	1.0	12	24	12.0	24.0
8	Электронагреватель	1.0	12	24	12.0	24.0
9	Кондиционер	2.0	6	12	12.0	24.0
10	Всего	5.6			47.4	92.2

Квартира	Площадь, м ²	Потребление электроэнергии, кВт.час		
		1 вариант	2 вариант	3 вариант
1-комнатная	20	163	242	548
2-комнатная	40	182	340	644
3-комнатная	60	200	478	782

Обобщенную формулу для определения потребления энергии за месяц абонента (населения) в зависимости, от площади жилья, наличия газоснабжения и отопления можно представить в виде

$$W_{1\text{var}} = 163 \cdot G_{pp} \cdot G_{ot} + G \cdot (S - 20) \quad (1)$$

При газоснабжении $G_{pp}=1$. При наличии отопления $G_{ot}=1$, $G=1$. При отсутствии газоснабжения $G_{pp}=1.43$, $G=5$. При отсутствии отопления $G_{ot}=3.36$, $G=5$.

Формула (1) получена эмпирическим путем для городского населения по данным для 1, 2 и 3 комнатных квартир.

ОЦЕНКА НОРМ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЭ АБОНЕНТАМИ ПО ОБОБЩЕННЫМ ПАРАМЕТРАМ.

Оценка норм потребления ЭЭ абонентами городской местности только по площади квартиры, при наличии газоснабжения и отопления является недостаточной в общем случае, и связана с определенными трудностями (недостатками) при оценке норм абонентами сельской местности, при отличии площади по сравнению с 1, 2 и 3 комнатными квартирами и большими и многоэтажными строениями. Поэтому, важное значение имеет разработка методики определения установленной мощности абонентов по обобщенным параметрам: количества осветительных приборов, нагревательных элементов и других приборов и их мощности; наличие

холодильника, кондиционера; состава семьи; площадь, количество комнат; наличие газоснабжения; районный центр; населенный пункт; способ приготовления пищи; ограничения на электроснабжение; сезон года; экспертная оценка потребления по данным контролера (состояние).

Зависимость установленной мощности абонентов от обобщенных параметров представляется в виде

$$P_{i\text{уyc}} = f_i(\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3 \dots \Pi_n), i = 1, 2, 3, \dots n. \quad (2)$$

Π_1, \dots, Π_n – параметры, определяющие установленную мощность объекта.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА УЧАСТИЯ УСТАНОВЛЕННОЙ МОЩНОСТИ АБОНЕНТА В ОБЩЕЙ СУММАРНОЙ МОЩНОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ПО ПЭС.

Определение суммарной по ПЭС установленной мощности населением.

$$P_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n P_{i\text{уyc}} \quad (3)$$

Определение коэффициента участия установленной мощности абонента в общей суммарной мощности потребления населения по ПЭС.

$$k_i = \frac{P_{i\text{уyc}}}{P_{\Sigma}} \quad (4)$$

При этом должно удовлетворяться условие

$$\sum_{i=1}^n k_i = 1 \quad (5)$$

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЩЕГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЭ НАСЕЛЕНИЕМ МЕЖДУ АБОНЕНТАМИ.

Производится анализ потоков энергии за расчетный период (месяц). Суммарное поступление ЭЭ в ПЭС, отпуск другим ЭС, реализация ЭЭ бюджетным, коммерческим и другим абонентам. Определение реализации ЭЭ населению.

Определение суммарного потребления ЭЭ населением по ПЭС за расчетный период.

$$W_{\Sigma \text{нас}} = W_{\Sigma \text{ПЭС}} - W_{\Sigma \text{ссч}} \quad (6)$$

где $W_{\Sigma \text{ПЭС}}, uW_{\Sigma \text{ссч}}$ - соответственно суммарное потребление ЭЭ за расчетный период (месяц) по ПЭС и потребление ЭЭ потребителями с установленными расчетными счетчиками.

Определение потребления ЭЭ отдельными абонентами за расчетный период.

$$W_{\text{инна}} = k_i \cdot W_{\Sigma \text{нас}}, \quad i=1, 2, 3, \dots, n. \quad (7)$$

Программа распределения общего потребления ЭЭ населением между абонентами (населения) может быть построена по последовательности: фидер, подстанция, ПЭС, регион и вся электрическая сеть (ТП → населенный пункт → Фидер → Пст → ПЭС). При этом определение суммарного потребления ЭЭ населением следует производить по участку за расчетный период, в соответствии с коэффициентами участия и суммарному потреблению ЭЭ населением.

Возможно определение коэффициента участия установленной мощности абонента в общей суммарной мощности потребления населения по ПЭС.

К методике распределения общего потребления ЭЭ между абонентами (населением) ставятся следующие требования:

Определение установленной мощности абонента по обобщенным параметрам по количеству и мощности осветительных приборов, нагревательных элементов, холодильника, кондиционера и других приборов производится по формуле

$$P_1 = P_{\text{ос.приб}} + P_{\text{nagr}} + P_{\text{xol}} + P_{\text{kond}} + \dots \quad (8)$$

Зависимость изменения потребления ЭЭ от количества людей в семье оценивается исходя из среднестатистической численности семьи. Для чего возможно применение эмпирических коэффициентов $K_T=1$; $K_{rc}=0.8$; $K_p=0.7$; $K_c=0.6$.

Зависимость изменения потребления ЭЭ от площади и количества комнат в семье аппроксимирована функцией вида (1).

Зависимость изменения потребления ЭЭ от наличия газоснабжения; способа приготовления пищи; наличия отопления была оценена эмпирическими коэффициентами (1).

Зависимость изменения потребления ЭЭ от местности проживания абонента город, районный

центр, населенный пункт поселкового типа, сельское население производится по выражению

$$W_{\text{ivar}} = K \cdot [163 \cdot G_{pp} \cdot G_{ot} + G \cdot (S - 20)] \quad (9)$$

где K – коэффициент, учитывающий зависимости потребления энергии абонента (население) от местности проживания.

Для определения коэффициента K применяются эмпирические коэффициенты. Например: $K_T=1$; $K_{rc}=0.8$; $K_p=0.7$; $K_c=0.6$.

Зависимости изменения потребления ЭЭ от сезона, месяца, года можно установить применением эмпирических коэффициентов, получаемых обработкой результатов суммарного потребления ЭЭ и потребления населением за предыдущий расчетный период.

При такой постановке задачи распределение общего потребления ЭЭ между абонентами (население) в отличие от упрощенных постановок оценивается среднеожидаемое потребление ЭЭ абонентами (населения) по ПЭС. Хотя при этом общее потребление ЭЭ населением определяется по коэффициенту участия в установленной мощности, при этом остается несправедливость в распределении ЭЭ между абонентами. Однако, оценка потребления по этой методике имеет большую обоснованность, так как между абонентами (население) распределяется известная по показаниям расчетных счетчиков общая ЭЭ.

В других постановках оценивания потребления ЭЭ, когда суммарное потребление ЭЭ не распределяется между абонентами, возможны как большие, так и меньшие чем фактические значения потребленной населением суммарной ЭЭ. Обычно такие методики имеют завышенные значения потребления ЭЭ населением. Подобные модели оценивания потребления ЭЭ населением являются неадекватными, так как постановка задачи не имеет обоснования.

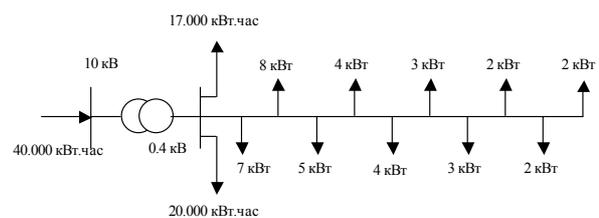


Рис. 1. Тестовая схема распределительной сети для демонстрации методики оценки отпуска ЭЭ при отсутствии у потребителей счетчиков энергии.

ПРИМЕР.

Допустим, в населенном пункте от ТП с трансформатором 10/0.4 кВ и мощностью 100 кВА питается (рис. 1) два абонента типа бюджетные и коммерческие со счетчиками и 10 абонентов (население) без счетчиков. За расчетный месяц суммарное потребление ЭЭ по ТП по показанию общего счетчика составляет 40.000 кВт.час. Потребление двух абонентов типа бюджетные и

коммерческие за этот период составляет 30.000 кВт.час.

Расчетное значение суммарного потребления ЭЭ 10 абонентами (население) без счетчиков составит $40.000 - 37.000 = 3000$ кВт.час.

Допустим суммарная установленная мощность 10 абонентов определенная по формуле (2) составляет 40 кВт и каждого абонента $3 \cdot 2, 2 \cdot 3, 2 \cdot 4, 5, 7, 8$.

Коэффициенты участия абонентов в общей суммарной мощности потребления населения по ТП соответственно составляют 0,05, 0,05, 0,05, 0,05, 0,075, 0,075, 0,1, 0,1, 0,125, 0,175, 0,2.

В таком случае потребление ЭЭ каждым абонентом определяется по формуле (4) и составляет соответственно 150, 150, 150, 225, 225, 300, 300, 375, 525, 600 кВт.час, или в сумме 3000 кВт.час

Допустим площадь жилья каждого абонента составляет $3 \cdot 40 \text{ м}^2, 7 \cdot 60 \text{ м}^2$.

По известной методике, по площади жилья для первого варианта определяем

$$3 \cdot 182 + 7 \cdot 200 = 1946 \text{ кВт.час.},$$

по площади жилья для второго варианта определяем

$$3 \cdot 340 + 7 \cdot 478 = 4366 \text{ кВт.час.},$$

по площади жилья для третьего варианта определяем

$$3 \cdot 644 + 7 \cdot 782 = 7406 \text{ кВт.час.}$$

Были проведены анализ экспериментальных данных полученных по распределительным электрическим сетям по Центру Управления «Байва-Энерджи», по отдельным фидерам и по распределительным трансформаторам мощностью 100, 160, 250 и 400 кВА, с разным количеством абонентов (30-150).

Для простоты демонстрации результатов на примерах с 100 абонентами были произведены имитационное моделирование распределения суммарного потребления ЭЭ между абонентами без расчетных счетчиков.

Участок с 100 абонентами был разделен на 10 однородных групп абонентов. Исходя из удельного расхода ЭЭ группами абонентов 100-1000 кВт.час за месяц, были составлены четыре расчетных варианта электроснабжения потребителей участка соответствующие разным средним удельным потреблением ЭЭ абонентами (Таблица 3).

Таблица 3

Группа	Среднее удельное потребления кВт.час/абонент			
	212.5	287.5	375	550
1	100	175	150	100
2	125	200	200	200
3	150	225	250	300
4	175	250	300	400
5	200	275	350	500
6	225	300	400	600
7	250	325	450	700
8	275	350	500	800
9	300	375	550	900
10	325	400	600	1000
Сум.	21250	28750	37500	55000

Результаты расчета по известной и предлагаемым методикам приведены в таблице 4.

Погрешности в определении расчетного значения суммарного отпуска ЭЭ по известной методике произведены по формуле

$$\Delta W_{\%} = \frac{W_{\text{изв}} - W_{\text{ф}}}{W_{\text{ф}}} \cdot 100$$

где $W_{\text{изв}}$ - расчетное значение суммарного отпуска ЭЭ потребителям по известной методике, $W_{\text{ф}}$ - фактический отпуск ЭЭ потребителям.

На рис. приведены зависимости погрешности в определении расчетного значения суммарного отпуска ЭЭ по известной методике в зависимости от обеспечения абонентов население природным газом и централизованным отоплением.

Результаты расчетного значения суммарного отпуска ЭЭ по известной методике по площади жилья для первого варианта составляет 19460 кВт.час, для второго варианта 43660 кВт.час и для третьего варианта 74060 кВт.час за месяц. Расчетное значение отпуска ЭЭ потребителям не зависит от применения ограничений в электроснабжении потребителей. В результате расчета по предлагаемой методике между абонентами распределяются фактически отпущенное суммарное потребление.

Хотя среди групп потребителей может иметь место некоторое несправедливое распределение ЭЭ между абонентами. Когда результаты известной методики показывают, как бы потребители получают как большую, так и меньшую чем фактически отпущенная ЭЭ.

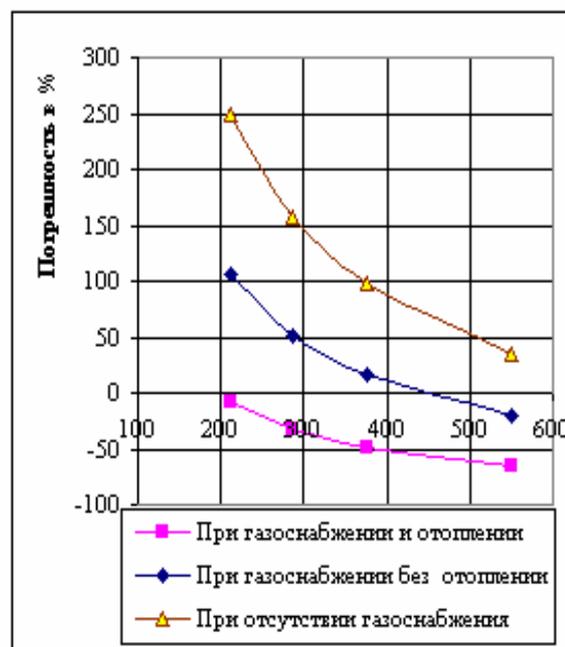


Рис. Ошибка в определении расчетного значения суммарного отпуска ЭЭ по известной методике в зависимости от обеспечения абонентов население природным газом.

Таблица 4.

Удельное потребление кВт. час/аб.	Расчетное значение отпуска ЭЭ распределяемое между абонентами			Погрешность известной методики по вариантам в%			
	По известной методике		По предлагаемой	1	2	3	
212.5	19460	43660	74060	21250	-8.42	105.46	248.52
287.5				28750	-32.31	51.86	157.60
375				37500	-48.11	16.43	97.49
550				55000	-64.62	-20.62	34.65

Не зависимо от методики распределения коэффициентов участия абонентов в потреблении в ЭЭ ГУ существующие методики приводят к не справедливости оплаты за ЭЭ.

При этом, абоненты фактически потребляющие сравнительно меньшую ЭЭ оказываются в выгодном положении оплачивая за потребленную ЭЭ меньше

Таким образом, на примерах демонстрируются грубые ошибки известной методики оценки отпуска ЭЭ при отсутствии у потребителей счетчиков энергии. Оценка отпуска ЭЭ только по площади жилья и наличия газоснабжения и отопительной системы, является грубой моделью, и приводит к недопустимым погрешностям в оценке отпуска ЭЭ.

До установления счетчиков для всех абонентов и для составления балансов ЭЭ по РЭС для оценки отпущенной потребителям ЭЭ и контроля баланса ЭЭ рекомендуется устанавливать счетчики ЭЭ на стороне НН силового трансформатора (380 В) и применении расчетной методики.

Установление счетчиков на стороне ВН силового трансформатора РП, из-за необходимости установления измерительного комплекса энергии, трансформаторов напряжения и тока для учета энергии может оказаться экономически невыгодным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

1. Для оценки потребления ЭЭ абонентами (население) при отсутствии у потребителей

счетчиков энергии предлагается определение установленной мощности абонентов по обобщенным параметрам и распределения общего потребления ЭЭ населением без счетчиков между абонентами по коэффициентам участия установленной мощности абонентов в суммарной установленной мощности сети.

2. Для оценки установленной мощности абонентов по обобщенным параметрам предлагается учитывать количество и мощность осветительных приборов, нагревательных элементов, холодильника, кондиционера и других приборов и их установленную мощность, зависимость изменения потребления ЭЭ от количества людей в семье абонента, потребления ЭЭ, от площади и количества комнат в семье абонента, от наличия газоснабжения, способа приготовления пищи, наличия централизованного отопления.
3. Для случаев отсутствия у потребителей счетчиков энергии и при их относительно большом количестве для оценки их потребления в первом приближении экономически оправданным является установление счетчиков ЭЭ на стороне НН силовых трансформаторов (10/0.4 кВ) и применении расчетной методики.

- [1]. Рамазанов К.Н., Баламетов А.Б. К вопросу повышения эффективности работы Азербайджанской энергосистемы. Проблемы энергетики, 2000, N1, с. 12-18.
- [2]. Statistical Yearbook of Azerbaijan – 2003. State Committee of Statistic Republic of Azerbaijan. 2003.
- [3]. Баламетов А.Б., Алиев Х.Т. К анализу структуры потребления электроэнергии

- [4]. Баламетов А.Б., Алиев Х.Т. Методика оценки отпуска электроэнергии населению при отсутствии счетчиков учета энергии. Информационный листок. № 3, 2005, стр. 1-10.