

НОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН С УЧЕТОМ КЛИМАТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕГИОНА

АВТОРЫ:

А.И. СИДОРОВ,
ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)

С.Ш. ТАВАРОВ,
ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)

Климато-метеорологические и территориальные факторы Республики Таджикистан определяют особенности электропотребления в этой стране. Ситуация осложняется полным отсутствием

иных источников энергии, кроме электрической. Все это приводит к резкому увеличению удельной нагрузки (существенно превышающей нормированные значения) в вечерние часы, особенно в зимний период.



Электростанция в горах
Таджикистана

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы проблема возрастания электропотребления на фоне увеличения числа бытовых потребителей, в особенности в г. Душанбе, и отсутствия иных источников энергии, кроме электрической, в Республике Таджикистан (РТ) за исключением части г. Душанбе приводит к снижению надежности и эффективности систем электроснабжения городских электрических сетей. На возрастание электропотребления также влияют климато-метеорологические факторы. Высокие температуры летом в юго-западной части и низкие критические на северо-востоке РТ зимой. Необходимо отметить, что после распада Советского Союза нормирование удельных нагрузок по сей день в РТ при проектировании и реконструкции системы электроснабжения бытовых потребителей производится по нормам Российской Федерации [1, 2].

Нормы расчета электрической нагрузки согласно [1, 2] (т. е. электропотребление одного клиента — квартиры в Республике Таджикистан — удельная нагрузка установлена в размере 4÷5 кВт), предлагаемые для типовых проектов без учета электроотопления, кондиционирования воздуха и электроводонагревания, не полностью соответствуют реальным электрическим нагрузкам, вытекающим из электропотребления в условиях РТ, и требуют корректировок с целью установления удельных норм электропотребления, соответствующих удельным нормам электрических нагрузок [1, 2], в связи с отсутствием своих норм в РТ.

Обусловлено это отсутствием иных источников энергии в большей части РТ кроме электрической. Для обогрева квартир, нагрева воды и охлаждения квартир в летнее время используется только электрическая энергия, что приводит к возрастанию электропотребле-

ГОДОВОЙ ГРАФИК ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ЗА 2017 Г. ДЛЯ 680 КВАРТИР Г. ДУШАНБЕ, ПОЛУЧАЮЩИХ ПИТАНИЕ ОТ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ 10/0,4 КВ

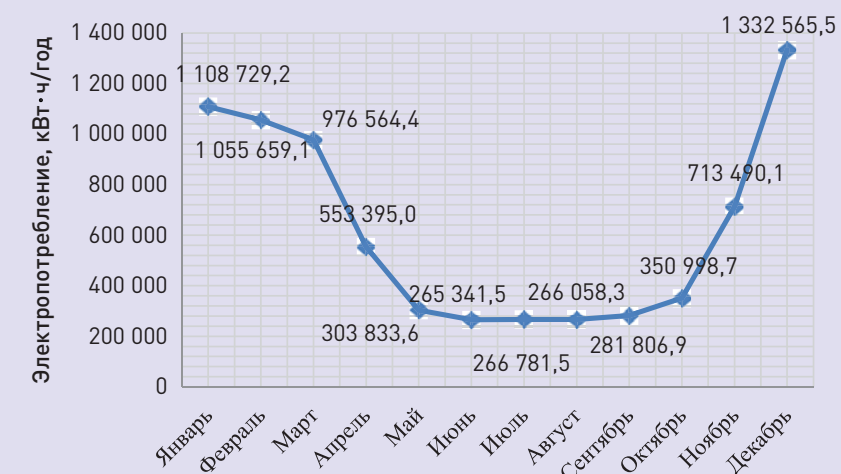


Рис. 1

ГОДОВОЙ ГРАФИК ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ЗА 2017 Г. ДЛЯ 143 КВАРТИР Г. ХОРОГА, ПОЛУЧАЮЩИХ ПИТАНИЕ ОТ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ 10/0,4 КВ

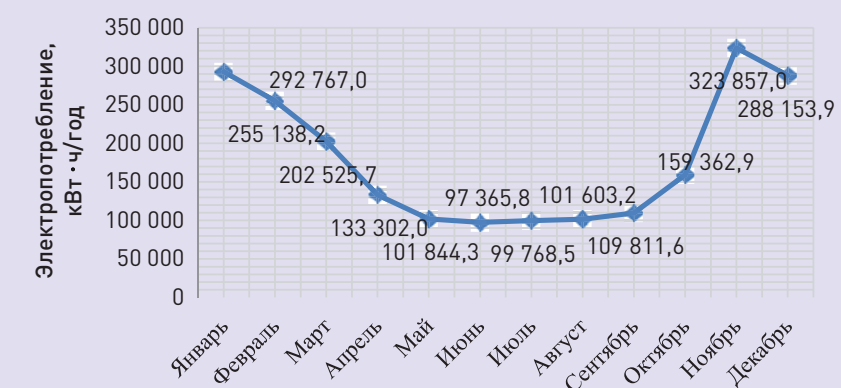


Рис. 2

ния и увеличению нагрузок в часы максимума нагрузок. Применение же для расчетов удельных нагрузок для квартир с повышенной комфортностью с учетом коэффициента одновременности также является некорректным. Обусловлено это тем, что для бытовых потребителей энергоснабжающей компанией «Барки Точик» установлена разрешенная мощность 4–5 кВт.

Следовательно, большая часть потребителей с повышенной комфортностью дает нагрузку, существенно превышающую нормируемую [1, 2].

Такое ограничение обусловлено тем, что основным источником электрической энергии в РТ являются гидравлические электрические станции, на которых в летнее время наблюдается переизбыток вырабатываемой электроэнергии (1,5–2 млрд кВт·ч), а зимой — нехватка, связанная с уменьшением притока воды.

Условия РТ имеют свои особенности, заключающиеся в том, что в летнее время в большей части РТ наблюдаются высокие температуры, доходящие до +45 °С, а в зимнее — не опускающиеся ниже –10 °С, и лишь на востоке РТ наблюдаются холодные зимы с температурой –30 °С и относительно прохладное лето с температурой +20 °С. При этом влажность воздуха велика. Проведенный литературный обзор [3–10] показывает сильное влияние температуры и влажности воздуха на электропотребление. Следовательно, высокие температуры будут оказывать сильное влияние на электропотребление в летнее время, обусловленное непрерывной работой кондиционеров [3].

Можно сделать вывод, что отсутствие удельных норм электропотребления и зависящих от них удельных нагрузок становятся одной из основных причин неэффективности существующих

ГОДОВОЙ ГРАФИК ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ЗА 2017 Г. ДЛЯ 131 КВАРТИРЫ Г. БОХТАРА, ПОЛУЧАЮЩИХ ПИТАНИЕ ОТ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ 10/0,4 КВ

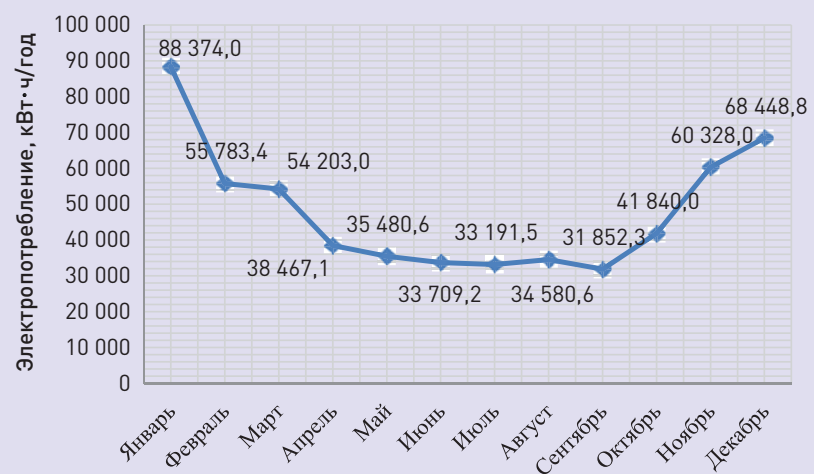


Рис. 3

УДЕЛЬНЫЕ НАГРУЗКИ ОТ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ДЛЯ 680 КВАРТИР Г. ДУШАНБЕ, ПОЛУЧАЮЩИХ ПИТАНИЕ ОТ ТП 10/0,4 КВ В ЧАСЫ ВЕЧЕРНИХ ЗИМНИХ И ЛЕТНИХ МАКСИМУМОВ НАГРУЗОК

Месяц	Декабрь	Январь	Февраль	Июнь	Июль	Август
Электропотребление, кВт·ч/месяц	1 332 566	1 108 729	1 055 659	2 653 415	2 667 815	2 660 058
Удельная нагрузка всех потребителей в часы максимума нагрузок, кВт	1165,99	970,14	923,70	121,62	122,275	121,94

Таблица 1

ющих городских распределительных электрических сетей.

В связи с этим разработка и введение в практику норм электропотребления с учетом особенностей

РТ являются актуальной задачей, успешное решение которой позволит повысить надежность электрических сетей, уменьшить потери электроэнергии и повысить эффективность городских электрических сетей.

УДЕЛЬНЫЕ НАГРУЗКИ ОТ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ДЛЯ 143 КВАРТИР Г. ХОРОГА, ПОЛУЧАЮЩИХ ПИТАНИЕ ОТ ТП 10/0,4 КВ В ЧАСЫ ВЕЧЕРНИХ ЗИМНИХ И ЛЕТНИХ МАКСИМУМОВ НАГРУЗОК

Месяц	Декабрь	Январь	Февраль	Июнь	Июль	Август
Электропотребление, кВт·ч/месяц	288 153,9	292 767	255 138,2	97 365	99 768	101 603
Удельная нагрузка всех потребителей в часы максимума нагрузок, кВт	420,22	426,95	372,08	85,19	87,30	88,90

Таблица 2

УДЕЛЬНЫЕ НАГРУЗКИ ОТ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ДЛЯ 131 КВАРТИР Г. БОХТАРА, ПОЛУЧАЮЩИХ ПИТАНИЕ ОТ ТП 10/0,4 КВ В ЧАСЫ ВЕЧЕРНИХ ЗИМНИХ И ЛЕТНИХ МАКСИМУМОВ НАГРУЗОК

Месяц	Декабрь	Январь	Февраль	Июнь	Июль	Август
Электропотребление, кВт·ч/месяц	68 448,82	88 374	55 783,40	33 709,21	33 191,52	34 581
Удельная нагрузка всех потребителей в часы максимума нагрузок, кВт	59,89	77,32	48,81	15,45	15,21	15,85

Таблица 3

ОЦЕНКА И РАСЧЕТ НАГРУЗКИ

Для оценки зависимости удельной нагрузки от электропотребления для наиболее характерных потребителей трех городов РТ с разным территориальным расположением и с учетом количества квартир, подключенных к одной потребительской трансформаторной подстанции

10/0,4 кВ, были, на основании данных учета электроэнергии, построены годовые графики электропотребления за 2017 г., полученные от энергосбытовых предприятий (рис. 1–3).

Для получения зависимости удельной нагрузки от электропотребления с учетом климато-метеорологических особенностей рассматриваемых городов РТ и времени использования максимума нагрузок был

предложен коэффициент времени максимальной нагрузки ($\alpha_{в.м.н.}$), который определяется по выражению:

$$\alpha_{в.м.н.} = \alpha_{м.сут.} \cdot \alpha_{м.мес.} \quad (1)$$

где $\alpha_{м.сут.}$ — коэффициент, характеризующий отрезок времени максимума нагрузок в течение суток; $\alpha_{м.мес.}$ — коэффициент, характеризующий отрезок времени максимума нагрузок в течение месяца.

С учетом коэффициента $\alpha_{в.м.н.}$ и данных месячного электропотребления можно определить удельную нагрузку в часы максимума нагрузок как в зимнее, так и в летнее время по выражению:

$$P_{уд.} = (W_{месяц} / t_{сут.}) \cdot \alpha_{в.м.н.} \quad (2)$$

где: $W_{месяц}$ — месячные показания учета электроэнергии, кВт·ч; $t_{сут.}$ — время максимума нагрузок в течение суток, ч.

Подставляя данные максимального месячного электропотребления, соответствующего зимнему периоду (рис. 1–3), определим временные нормы электропотребления, соответствующие удельным электрическим нагрузкам согласно [1, 2]:

– для г. Душанбе

$$P_{уд.} = (1700 / 24) \cdot 0,063 = 4,5 \text{ кВт};$$

– для г. Хорога

$$P_{уд.} = (1270 / 24) \cdot 0,085 = 4,5 \text{ кВт}.$$

Максимальная удельная нагрузка наблюдается в зимние дни в вечерних максимумах [1, 2]. Согласно суточным графикам электрических нагрузок [11] с учетом климато-метеорологических факторов рассматриваемых характерных потребителей время зимних и летних вечерних максимумов нагрузок для городов Душанбе и Бохтар составили 3,5 ч и 2,5 ч, а для го-

ГИСТОГРАММА СРАВНЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ И НОРМИРОВАННЫХ ЗНАЧЕНИЙ УДЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ ДЛЯ 680 КВАРТИР Г. ДУШАНБЕ

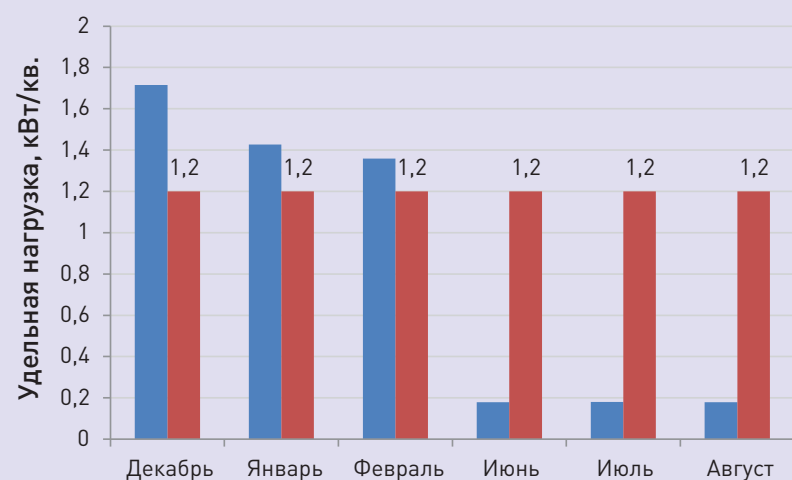


Рис. 4

ГИСТОГРАММА СРАВНЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ И НОРМИРОВАННЫХ ЗНАЧЕНИЙ УДЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ ДЛЯ 143 КВАРТИР Г. ХОРОГА

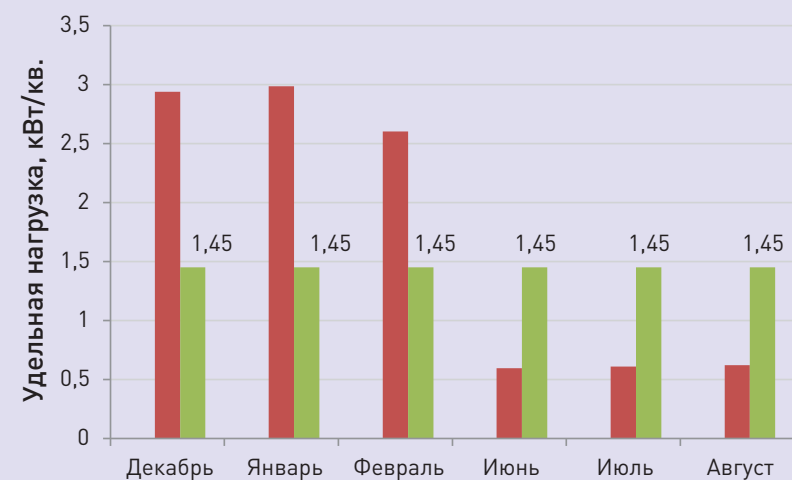


Рис. 5

рода Хорог время зимних и летних вечерних максимумов нагрузок составило 4,5 и 3,5 ч соответственно. Разница обусловлена тем, что г. Хорог относительно г. Душанбе и Бохтара расположен в горной местности, и температура окружающего воздуха в среднем отличается на 10–15 °С. Используя данные зимних и летних месяцев электропотребления (рис. 1–3), расчетным путем с использованием выражения (2) определим удельные нагрузки соответствующего числа квартир от электропотребления в часы максимума нагрузок. Результаты приведены в виде табл. 1–3.

На основании данных табл. 1–3 и согласно [1, 2] для часов вечерних зимних и летних максимумов нагрузок с учетом коэффициента максимума нагрузок были построены гистограммы, показывающие соотношение расчетных и нормированных значений удельной нагрузки для рассматриваемого числа квартир (рис. 4–6).

Из приведенных гистограмм (см. рис. 4–6) видно, что за счет увеличенного электропотребления рассмотренных характерных потребителей г. Душанбе в часы вечернего зимнего максимума нагрузок расчетное значение превышает нормированное, тогда как в летнее время этого превышения нет. Для г. Хорога в часы вечернего зимнего максимума нагрузок расчетное значение в среднем в 2 раза превышает нормированное, а в летнее время превышение отсутствует. Учитывая, что г. Бохтар расположен на юге РТ, и температура окружающего воздуха в часы вечернего зимнего максимума нагрузок не снижается ниже нуля, для этого города превышения нормированных значений нет.

Из предлагаемого выражения (2) с учетом введения коэффициента времени максимума нагрузок для определения временных

ГИСТОГРАММА СРАВНЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ И НОРМИРОВАННЫХ ЗНАЧЕНИЙ УДЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ ДЛЯ 131 КВАРТИРЫ Г. БОХТАРА

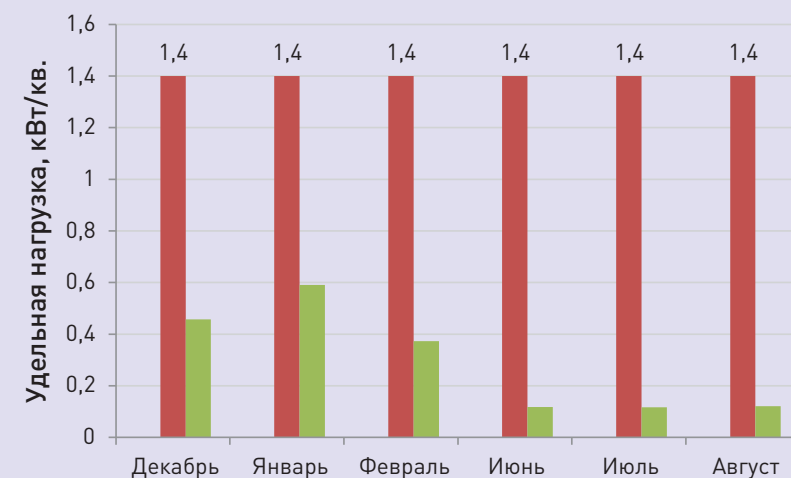


Рис. 6

удельных норм электропотребления можно сделать следующие выводы.

1. Для поддержания допустимых удельных норм электропотребления, рекомендуемых Российским стандартом, месячное электропотребление для г. Душанбе не должно превышать 1700 кВт·ч/месяц, а для городов Горно-Бадахшанской автономной области — 1270 кВт·ч/месяц.
2. При превышении месячного электропотребления установленных значений необходимо разработать новые временные нормы удельного электропотребления для условий Республики Таджикистан.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 256. 1325800.2016. Электроустановки жилых и общественных зданий правила проектирования и монтажа [Электронный ресурс]. URL: <http://files.stroyinf.ru/>

2. Data2/1/4293751/4293751598.htm (Дата обращения: 11.07.2017).
3. РМ-2696-01. Временная инструкция по расчету электрических нагрузок жилых зданий. Москва. Издательства ГУП «НИИЦ». 2001. 22 с.
4. Jason B. Jorgensen and Fred Joutz. Modelling and Forecasting Residential Electricity Consumption in the U.S. Mountain Region. URL: <https://www2.gwu.edu/~forcpgm/2012-003.pdf>
5. Lai F., Magoules F., Lherminier F. Vapniks learning theory applied to energy consumption forecasts in residential buildings // International Journal of Computer Mathematics Vol. 5, No. 2, February 2008, pp. 1–35.
6. Репкина Н.Г. Исследование факторов, влияющих на точность прогнозирования суточного электропотребления // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. № 2. 2015. С. 41–45.
7. Карандеев Д.Ю. Эффективная температура как фактор, влияющий на электропотребления городов // Современная техника и технологии. 2015. № 2 [Электронный ресурс] URL: <http://technology.snauka.ru/2015/02/5728> (дата обращения: 07.02.2019).
8. Зубакин В.А. Методы и модели анализа волатильности потребления электроэнергии с учетом цикличности и стохастичности /

9. В.А. Зубакин, Н.М. Ковшов // Стратегии Бизнеса. (Анализ, прогноз, управление). № 7 (15). 2015. С. 6–12.
10. Коморник С. Требования к системам прогнозирования энергопотребления /С. Коморник, Е. Калечиц // Энерго. Рынок. №3. 2008. С. 5–7.
11. Макоклюев Б.И. Моделирование электрических нагрузок электроэнергетических систем / Б.И. Макоклюев, В. Костиков // Электричество. № 10. 1994. С. 6–18.
12. Макоклюев Б.И. Влияние колебаний метеорологических факторов на электропотребление энергообъединений / Б.И. Макоклюев, В. Павликов, А. Владимиров // Энергетик. № 6. 2003. С. 11–23.
13. Таваров С.Ш. Графики электрических нагрузок городских подстанций 35–110/6 кВ г. Душанбе и характер потребления электроэнергии / С.Ш. Таваров, Г.Х. Маджидов, О.А. Мираков // Европейские научные исследования: Сборник статей III Международной научно-практической конференции. Под общ. ред. Г.Ю. Гуляева. Пенза: Наука и просвещение, 2017. С. 35–41.

ИНФОРМАЦИЯ

Энергетика Таджикистана основана на гидроэнергетических ресурсах. Общий объем гидроэнергоресурсов Таджикистана оценивается в 527 млрд кВт·ч. Это делает государство одним из самых обеспеченных этим источником энергии (8-е место в списке всех стран). Среди стран СНГ по этому показателю страна уступает лишь России. По состоянию на 1 января 2018 г. общая установленная мощность электростанций в Республике Таджикистан (с учетом тепловых станций) составляла более 5757 МВт. Страна экспортирует электроэнергию в Узбекистан, Кыргызстан и Афганистан. Ожидается, что до конца нынешнего года Таджикистан экспортирует в соседние страны не менее 3 млрд кВт·ч электроэнергии. В 2020 г. объем экспорта будет доведен до 4 млрд кВт·ч.