

–Торайғыров университетінің хабаршысы  
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
Вестник Торайғыров университета

---

# Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы  
1997 жылдан бастап шығады



## ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия  
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

---

№ 1 (2024)

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**  
**Вестник Торайгыров университета**

**Энергетическая серия**  
выходит 4 раза в год

---

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о постановке на переучет периодического печатного издания,  
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития  
Республики Казахстан

**Тематическая направленность**

публикация материалов в области электроэнергетики,  
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и информационных  
систем, электромеханики и теплоэнергетики

**Подписной индекс – 76136**

<https://doi.org/10.48081/KOTB8442>

---

**Бас редакторы – главный редактор**

Кислов А. П.

*к.т.н., доцент*

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

**Редакция алқасы – Редакционная коллегия**

Клецель М. Я.,

*д.т.н., профессор*

Новожиллов А. Н.,

*д.т.н., профессор*

Никитин К. И.,

*д.т.н., профессор (Россия)*

Никифоров А. С.,

*д.т.н., профессор*

Новожиллов Т. А.,

*д.т.н., профессор*

Алиферов А.И.,

*д.т.н., профессор (Россия)*

Кошкеков К.Т.,

*д.т.н., профессор*

Приходько Е.В.,

*к.т.н., профессор*

Оспанова Н. Н.,

*к.п.н., доцент*

Нефтисов А. В.,

*доктор PhD*

Омарова А.Р.,

*технический редактор*

---

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

МРНТИ 44.29.29

DOI

<https://doi.org/10.48081/RZHD2721>**Л. А. Авдеев<sup>1</sup>, С. Е. Кокин<sup>2</sup>, \*Ш. З. Телбаева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова, Республика Казахстан, г. Караганда;

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», Российская Федерация, г. Екатеринбург

\*e-mail: [tshz@mail.ru](mailto:tshz@mail.ru)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАФИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ В УСЛОВИЯХ КАРАГАНДИНСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА**

*На угольной шахте работа ведется круглосуточно, непрерывно работают много механизмов и установок. При этом периодически возникают резонансные явления, когда потребляемая суммарная мощность выходит за пределы ограничения, что может грозить наложением штрафных санкций или в худшем случае отключением электроэнергии до тех пор, пока не выравняется график электропотребления.*

*Система электропотребления в целом регионе или населенного пункта носит ярко выраженный периодичный характер. Существует утренний максимум (8ч.–10ч., после того как электрическая нагрузка спадает, энергосистема переходит на постоянный режим работ) и вечерний максимум (18ч – 22ч, когда происходит совпадение бытовой и промышленной нагрузки, и возрастает график потребления электроэнергии). Такие графики не устраивают энергосистему, идеально было бы, когда потребление электроэнергии имеет прямую линию в течение 24 часов.*

*В данной статье на основе данных в часы максимума энергосистемы получены графики нагрузок для различных групп энергоприемников в летний и зимний периоды.*

*Для исследования режимов электропотребления необходимы суточные графики электрической нагрузки. Поэтому кривые графиков электропотребления для удобства представляют в виде ступенчатых графиков.*

*Также в статье рассчитаны основные характеристики суточных графиков, такие как: неравномерность графика; коэффициент заполнения графика; коэффициент максимума и годовое число часов использования максимума нагрузки.*

*Ключевые слова: электропотребление, режимы электропотребления, энергосистема, потребители, регулирование, часы максимума, суточные графики нагрузки, часовое потребление.*

## **Введение**

Потребности в электроэнергии и неравномерность электропотребления возрастают с каждым годом. Увеличение напряженности электрического баланса нередко приводит к возникновению дефицита генерируемых мощностей. При этом, суточные графики нагрузки электроэнергетической системы (ЭЭС) имеют ярко выраженные пики в утренние и вечерние часы. Для ликвидации дефицита генерирующих мощностей энергоснабжающие организации вынуждены ограничивать электрические нагрузки и электропотребление промышленных предприятий. Ограничение режимов электропотребления предприятий приводит к недоотпуску электроэнергии, недовыпуску и удорожанию продукции, нарушают ритмичность работы предприятий. Перспективным направлением ликвидации дефицита генерируемых мощностей энергоснабжающей системы является уплотнение их суточных графиков электропотребления.

При проведении исследований структуры электропотребления основными методическими положениями являются:

- определение минимального количества исходных данных, необходимых для проведения оценки энергетических показателей;
- применение расчетно-статистических методов для определения прогнозных значений основных параметров электропотребления на планируемый период с использованием прогнозных моделей и предыстории статистической информации о значениях потребленной энергии и технических показателей.

Для проведения анализа энергозатрат на всех уровнях структуры электропотребления за расчетный (контрольный) интервал времени (60 мин, смена, сутки, месяц)  $\Delta T_k$  необходимо иметь энергобаланс на каждом

уровне и сведения об основных технологических показателях за тот же период.

Особый интерес представляют энергобалансы отдельных энергоемких потребителей, позволяющие получить информацию о потреблении энергии отдельными группами электроприемников.

### **Материалы и методы**

Графики электрических нагрузок позволяют правильно подойти к выбору основного оборудования подстанций — трансформаторов, компенсирующих устройств, кабелей и наметить наиболее экономичный режим их работы.

В условиях действующего предприятия графики электрических нагрузок помогают выявить основные показатели электрических нагрузок, которые необходимы для проектирования электроснабжения аналогичных производств.

Суточные графики показывают изменение нагрузок в течение суток. Их строят по показаниям счетчиков активной и реактивной энергии через каждый час либо каждые полчаса (для выявления полчасового максимума нагрузки).

В проектировании используют типовые суточные графики, характерные для данного вида производства, в которых максимальная суточная нагрузка принята за единицу или за 100 %, а остальные нагрузки выражены в долях единицы или в процентах. Для построения конкретного суточного графика необходимо знать максимальную нагрузку и иметь типовой суточный график [1].

Поскольку основной характеристикой процесса изменения электроэнергии является его скорость  $\frac{dW(t)}{dt}$ , в основу анализа режимов электропотребления потребителей предлагаются графики процесса изменения активной (1) и реактивной (2) мощности:

$$P(t) = \frac{dW_a(t)}{dt} \quad (1)$$

$$Q(t) = \frac{dW_q(t)}{dt} \quad (2)$$

В инженерных расчетах и, главное, при регулировании электропотребления используют, как правило, графики, полученные дискретным осреднением непрерывного графика  $P(t)$  на последовательных интервалах времени  $\Delta t = T/M$ , т.е. ступенчатые функции вида [3]:

$$P_{\Delta t}(t_k) = \frac{1}{\Delta t} \int_{t_k}^{t_k + \Delta t} P(t) dt ;$$

$$(k - 1)\Delta t \leq t_k \leq k\Delta t, \quad k = 1, 2, \dots, M \quad (3)$$

где  $M$  – количество интервалов осреднения.

Наиболее часто встречающиеся величины  $T$  и  $\Delta t$  при построении и обработке графиков нагрузки приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Интервалы осреднения графиков нагрузки

Наименование графика	Продолжительности	
	реализации $T$	интервала осреднения $\Delta t$
Получасовой	30 мин	1-5 мин
Часовой	60 мин	5-10 мин
Сменный	6-8 часов	10-30 мин
Суточный	24 часа	30-60 мин
Месячный	30 суток	24 часа
Годовой	365 суток	1 месяц

Очевидно, что с увеличением  $T$  информативность графика увеличивается, а с увеличением  $\Delta t$  точность получаемых на его основе характеристик графика снижается. Обычно графики строятся с использованием показаний счетчиков электрической энергии на основе расчетов по формуле [3]:

$$P_{\Delta t} = W_{a\Delta t} / \Delta t \quad (4)$$

где  $W_{a\Delta t}$  – количество электроэнергии, потребленной за время  $\Delta t$ .

Под максимумом нагрузки  $P_m$  понимают максимальное из средних значений нагрузки на интервале некоторой продолжительности  $\theta$ .

Количество потребленной электроэнергии  $W_a$  за время  $t$  при известном графике  $P(t)$  электроприемника определяют по общеизвестной формуле:

$$W_a(t) = \int_0^t P(t) dt \quad (5)$$

Таким образом, процесс изменения электроэнергии описывается неубывающей функции времени. Однако на практике часто применяют другой способ представления информации о процессе изменения  $W_a(t)$ -характеризуют его на последовательных интервалах  $\theta$  путем последовательного интегрирования графика  $P(t)$ , в результате чего получают последовательность [3]

$$W_{a\theta}(t_k) = P_R(t)\theta; \quad (R - 1)\theta \leq R\theta, \quad R = 1, 2, \dots, M, \quad (6)$$

график которой совпадает с графиком  $P_R(t)$  (с учетом изменения масштаба по оси ординат). Графики такого типа дают возможность оценивать неравномерность процесса потребления электроэнергии [2; 4].

В практике регулирования электропотребления находит применение третий способ графического представления процесса потребления электроэнергии  $W(t)$  – график получасового потребления, получаемый из графика  $P(t)$  последовательным интегрированием его по формуле (4) в пределах от 0 до  $\theta$ . Графики такого типа приведены на рисунке 1.

Режим электропотребления характеризуется суточными графиками электрической нагрузки. Форма графиков нагрузок энергосистемы определяется характеристиками потребителей электроэнергии [5; 6].

Основными характеристиками суточных графиков являются [7; 8; 9]:  
 неравномерность графика (отношение минимальной ночной загрузки к максимальной):

$$\alpha_n = \frac{P_{min}}{P_{max}}; \quad (7)$$

- коэффициент заполнения графика (отношение среднесуточной нагрузки к минимальной):

$$\gamma_z = \frac{P_{cp}}{P_{max}}; \quad (8)$$

- коэффициент максимума:

$$K_m = \frac{P_{max}}{P_{cp}} \quad (9)$$

- годовое число часов использования максимума нагрузки:

$$h = \frac{\mathcal{E}_{год}}{P_{max}}; \quad (10)$$

где  $\mathcal{E}_{год}$  – годовое число потребленной электроэнергии;

$P_{max}$  – годовой максимум нагрузки.

На рисунке 2 представлена структура электропотребления Карагандинского региона (максимальная нагрузка).

На рисунке 3-4 представлены графики нагрузки энергосистемы, промышленности и электротяги в летние и зимние периоды.

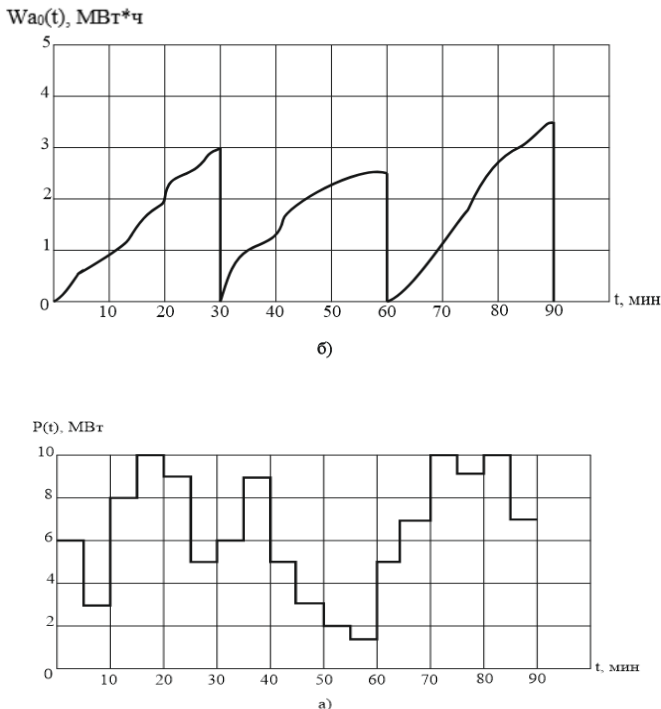


Рисунок 1 – График  $P(t)$  (а) и соответствующий ему график  $W_0(t)$  (б) получасового расхода (потребления) электроэнергии

По этим графикам были найдены их средние значения, которые представлены в таблице 2, и на основе них были получены суммарные зимние и летние графики нагрузок, которые представлены на рисунках 5-7.

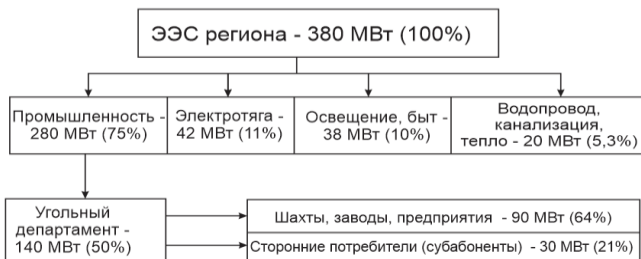
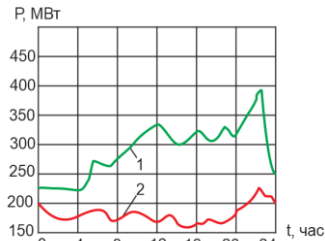
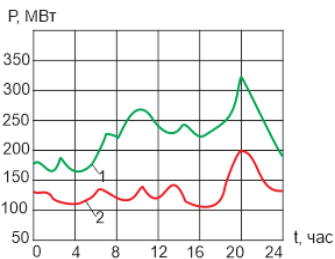


Рисунок 2 – Структура электропотребления Карагандинского региона (максимальная нагрузка)





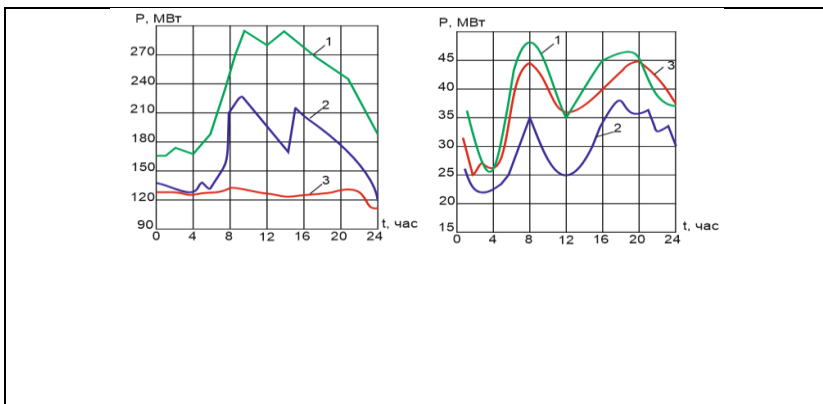
1 – рабочий день (июль)

2 – воскресенье (июль)

1 – рабочий день (декабрь)

2 – воскресенье (декабрь)

Рисунок 3 – График нагрузки энергосистемы



раб. день (зима); 2 – раб. день (лето); 3 – воскресенье (зима)

а) промышленность

б) электротяга

Рисунок 4 – График нагрузки промышленности и электротяги

Таблица 2 – Средние значения зимних и летних показателей электрической нагрузки (суточные)

Энерго-приемники	Средние значения электрической нагрузки, МВт												
<b>Энергосистема:</b>													
Раб.день (лето)	180	175	166	202	233	263	223	224	222	253	309	233	200
Воскр. (лето)	133	116	115	133	118	129	129	123	110	141	192	142	133
Раб. день (зима)	220	220	222	265	279	316	325	305	317	324	333	342	275
Воскр. (зима)	192	167	176	176	174	177	173	163	167	166	192	216	208
<b>Промышленность</b>													
Раб.день (зима)	165	170	174	204	269	290	288	290	275	258	245	234	200
Воскр. (лето)	137	131	134	140	219	215	188	195	201	191	170	152	134
Воскр. (зима )	129	129	129	129	134	131	128	125	126	128	129	125	114
<b>Электроотяга</b>													
Раб.день (зима)	35	27	29	43	48	41	36	42	46	47	44	38	38
Воскр. (лето)	27	23	23	28	34	27	26	29	36	37	37	33	32
Воскр. (зима )	32	26	28	39	44	39	37	38	41	44	44	42	39
Часы	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24

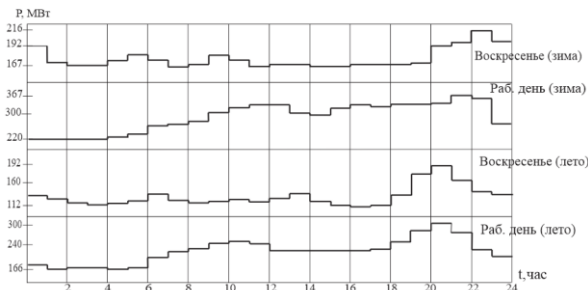


Рисунок 5 – Ступенчатый график нагрузки энергосистемы

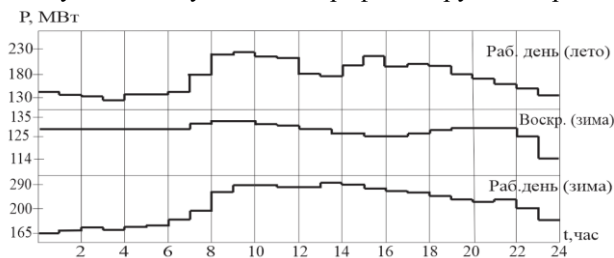


Рисунок 6 – Ступенчатый график нагрузки промышленности

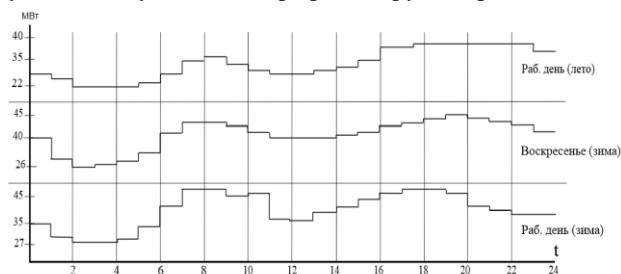


Рисунок 7 – Ступенчатый график нагрузки электротяги

### Результаты и обсуждение

Несмотря на то, что нагрузка энергосистемы складывается из нагрузок большого числа различных по характеру потребителей, выравнивания суточного (и годового) графиков нагрузок не происходит. Графики нагрузки энергосистем обычно имеют вид два явно выраженных пика – утренний и вечерний.

Между утренним и вечерним пиками находится зона некоторой относительно сниженной нагрузки и более глубокое снижение (провал) имеет место в течение 6-8 ночных часов [2; 4].

В таблице 3 представлены основные показатели суточных графиков электропотребления.

На рисунке 8 представлен суммарный график максимальной нагрузки по группам основных потребителей энергосистемы.

Развитие производств с непрерывными технологическими процессами способствует выравниванию графика нагрузки энергосистемы, однако повышение удельного веса бытового и коммунального электропотребления, а также перевод ряда производств на односменную работу увеличивает неравномерность графика нагрузок энергосистемы [10].

Эти тенденции характерны для всех развитых промышленных стран. Однако за счет различного рода регулировочных мероприятий, в том числе и в промышленном секторе электропотребления, удастся замедлить и в некоторых случаях приостановить процесс разуплотнения графиков энергосистем [5].

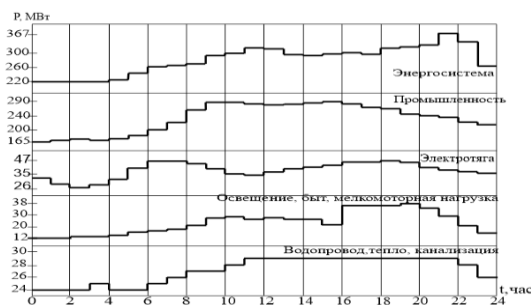


Рисунок 7 – Суммарный график максимальной нагрузки по группам основных потребителей энергосистемы

Таблица 3 – Основные показатели суточных графиков электропотребления

Группа потребителей электрической энергии	Основные характеристики графиков электропотребления					
	$P_{ср}$ , МВт	$P_{min}$ , МВт	$P_{max}$ , МВт	$\alpha_n$	$K_m$	$\gamma_z$
<b>Энергосистема:</b>						
- раб. день (лето)	222	166	317	0,52	1,43	0,70
- раб. день (зима)	287	220	383	0,57	1,33	0,75
- воскресенье (лето)	132	110	200	0,55	1,52	0,66
- воскресенье (зима)	179	160	216	0,74	1,21	0,83
<b>Промышленность:</b>						
- раб. день (зима)	236	165	294	0,56	1,24	0,80
- раб. день (лето)	170	123	228	0,54	1,34	0,75
- воскресенье (зима)	127	108	135	0,80	1,06	0,94

<b>Электротяга:</b>						
- раб. день (зима)	39	26	48	0,54	1,23	0,81
- раб. день (лето)	30	21,5	37	0,58	1,25	0,80
- воскресенье (зима)	37	25	45	0,56	1,21	0,83
<b>Освещение, быт, мелкомоторная нагрузка:</b>						
- раб. день (зима)	23	11,2	39,2	0,29	1,68	0,59
- раб. день (лето)	12	1,2	21,6	0,06	1,77	0,56
- воскресенье (зима)	18	8	29,2	0,27	1,63	0,62
<b>Водопровод, тепло, канализация:</b>						
- раб. день (зима)	27	23,1	29,4	0,79	1,09	0,92
- раб. день (лето)	23	19,8	25,8	0,77	1,11	0,90
- воскресенье (зима)	19	15,9	21,9	0,73	1,13	0,89

Годовое число часов использования максимума нагрузки составляет:

- для энергосистемы: 19 524 часов;

- для промышленности: 60 часов;

- для электротяги 55 часов;

- для бытовой нагрузки (освещение, быт, мелкомоторная нагрузка):

34 часа;

- для водопровода, тепла и канализации: 58 часов.

### **Выводы**

Таким образом, несмотря на то, что нагрузка энергосистемы складывается из нагрузок большого числа различных по характеру потребителей, выравнивания суммарного суточного (и годового) графиков нагрузок не происходит.

Графики нагрузки энергосистемы и потребителей имеют, как правило, два явно выраженных пика – утренний и вечерний. Между утренними и вечерними пиками находится зона некоторой относительно сниженной нагрузки и более глубокое снижение (провал) имеет место в течение 6-8 ночных часов.

Развитие производств с непрерывными технологическими процессами способствует выравниванию графиков нагрузок, однако повышение удельного веса бытового и коммунального электропотребления, а также перевод ряда производств на односменную работу увеличивают неравномерность графика нагрузок энергосистемы.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1 Графики электрических нагрузок. [Электронный ресурс]. – URL: <https://electricalschool.info/main/elsnabg/680-grafiki-jelektricheski-kh-nagruzok.html>

2 Выравнивание графика электрической нагрузки энергосистемы. [Электронный ресурс]. – URL: <https://monographies.ru/ru/book/section?id=16623>

3 **Пилюгин, А. В.** Экономика электроэнергетики: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Электроэнергетика и электротехника» / А. В. Пилюгин [и др.]. 3-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2018. – 358 с.

4 **Manusov, V. Z., Orlov, D. V., Karmanov, V. S., Khusnutdinov, A.O., Ivanov, G.V.** Analysis of methods of electricity consumption forecasting for a coal industry enterprise // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. – 2022. – 1045 (1). – 012035.

5 Характеристики графиков нагрузки и напряжения. [Электронный ресурс]. – URL: <https://pue8.ru/uchet-elektroenergii/integralnye-xarakteristiki-grafikov-nagruzki-i-napravazheniya>.

6 **Сташкевич, Е. В.** Разработка математических моделей и методов координации суточных режимов систем электроснабжения и потребителей: диссертация кандидата технических наук: 05.14.02 / Сташкевич Е.В. [Место защиты: Институт систем энергетики имени Л. А. Мелентьева СО РАН, <http://sei.irk.ru/dissert/council>]. – Иркутск, 2015. – 140 с.

7 **Matrenin, P. V., Arestova, A. Yu., Antonenkov, D. V.** Medium-Term Hourly Electricity Tariff Forecasting Using Ensemble Models | Prognoza pe termen mediu a tarifelor orare de energie electrică folosind modele de ansamblu. // Problems of the Regional Energetics – 2022. – 2 (54). P. 26–37.

8 **Силаев, В. И.** Анализ графика электропотребления горного предприятия / В. И. Силаев, М. Т. Плиева // СНК-2020 : Материалы Юбилейной LXX открытой международной студенческой научной конференции Московского Политеха, Москва, 21–24 апреля 2020 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет» <https://www.instagram.com/tengrinewskz/>, 2020. – С. 445–448.

9 **Капустин, С. Д., Поляков, И. А.** Выравнивание графиков электрических нагрузок энергосистем. // В сборнике : Электроэнергетика. транспорт, надежность и учет. Сборник статей научно-технической конференции. / Редакционная коллегия: С. Н. Приб, С. О. Хомутов, И. А. Гутов. 2012. С. 100–103.

10 **Титаренко, О. Н.** Анализ способов выравнивания суточных графиков нагрузки. Энергетические установки и технологии. –2018. – Т. 4. № 3. – С. 67–73.

**Минакова, Т. Е.** Инновационные организационные решения энергосбережения. Синергия Наук. 2016. № 6. С. 490–498.

**Manusov, V., Orlov, D., Karmanov, V., Kokin, S., Safaraliev, M.** Analysis of electricity consumption forecasting methods for the coal industry. // Przegląd Elektrotechniczny, 2022. – 98(9). P. 26–31.

## REFERENCES

1 Grafiki elektricheskikh nagruzok [Graphs of electrical loads]. [Electronic resource]. – URL: <https://electricalschool.info/main/elsnabg/680-grafiki-jelekticheskih-nagruzok.html>.

2 Vyravnivanie grafika elektricheskoy nagruzki energosistemy [Alignment of the electrical load schedule of the power system] [Electronic resource]. – URL: <https://monographies.ru/ru/book/section?id=16623>.

3 **Pilyugin, A. V.** Ekonomika elektroenergetiki: uchebnik dlya studentov vuzov, obuchayushchihya po napravleniyu «Elektroenergetika i elektrotehnika» [Economics of electric power industry: textbook for university students studying in the direction of «Electric power and electrical engineering» / A.V. Pilyugin [et al.]. – 3rd ed., reprint. and additional – Stary Oskol : TNT, 2018. – 358 p.

4 **Manusov, V. Z., Orlov, D. V., Karmanov, V. S., Khusnutdinov, A.O., Ivanov, G.V.** Analysis of methods of electricity consumption forecasting for a coal industry enterprise. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2022, 1045(1). 012035.

5 Harakteristiki grafikov nagruzki i napryazheniya [Characteristics of load and voltage graphs]. [Electronic resource]. – URL: <https://pue8.ru/uchet-elektroenergii/integralnye-xarakteristiki-grafikov-nagruzki-i-napryazheniya>.

6 **Stashkevich, E. V.** Razrabotka matematicheskikh modelej i metodov koordinacii sutochnyh rezhimov sistem elektrosnabzheniya i potrebitelej: dissertaciya kandidata tekhnicheskikh nauk: 05.14.02 / Stashkevich E.V. [Development of mathematical models and methods of coordination of daily modes of power supply systems and consumers: dissertation. Candidate of Technical Sciences: 05.14.02 / Stashkevich E.V.]. [Place of defense: L. A.Melentyev Institute of Energy Systems SB RAS, – <http://sei.irk.ru/dissert/council> . – Irkutsk, 2015.– 140 p.

7 **Matrenin, P. V., Arestova, A. Yu., Antonenkov, D. V.** Medium-Term Hourly Electricity Tariff Forecasting Using Ensemble Models | Prognoza pe termen mediu a tarifelor orare de energie electrică folosind modele de ansamblu. Problems of the Regional Energetics, – 2022 . – 2 (54).– P.26–37.

8 **Silaev, V. I.** Analiz grafika elektropotrebleniya gornogo predpriyatiya / V. I. Silaev, M. T. Plieva // SNK-2020 : materialy YUбилейnoj LXX otkrytoj mezhdunarodnoj studencheskoj nauchnoj konferencii Moskovskogo Politekha [Analysis of the schedule of power consumption of a mining enterprise / V. I. Silaev, M. T. Plieva // SNK-2020 : materials of the Jubilee LXX open

international Student Scientific Conference of the Moscow Polytechnic University, Moscow] April 21-24, 2020. – Moscow : Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Moscow Polytechnic University», 2020. – P. 445–448.]

9 **Капустин, S. D., Polyakov, I. A.** Vyravnivanie grafikov elektricheskikh nagruzok energosistem. [Alignment of graphs of electrical loads of power systems.] // In the collection: Electric power industry. transport, reliability and accounting. collection of articles of the scientific and technical conference. / Editorial Board: S. N. Prib, S. O. Khomutov, I. A. Gutov.–2012. – P. 100–103

10 **Titarenko, O. N.** Analiz sposobov vyravnivaniya sutochnykh grafikov nagruzki. Energeticheskie ustanovki i tekhnologii [Analysis of ways to equalize daily load schedules.] // Power plants and technologies. – 2018. – Vol. 4. – No. 3. P.67–73.

11 **Minakova, T. E.** Innovacionnye organizacionnye resheniya energosberezeniya. Sinergiya Nauk [Innovative organizational solutions for energy saving. Synergy of Sciences.] – 2016. – No. 6. P. 490–498.

12 **Manusov, V., Orlov, D., Karmanov, V., Kokin, S., Safaraliev, M.** Analysis of electricity consumption forecasting methods for the coal industry. // Przegląd Elektrotechniczny. 2022. – 98 (9), P. 26–31.

Поступило в редакцию 28.11.23.

Поступило с исправлениями 19.12.23.

Принято в печать 01.03.24.

*Л. А. Авдеев<sup>1</sup>, С. Е. Кокин<sup>2</sup>, \*Ш. З. Телбаева<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті,  
Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ.

<sup>2</sup>ЖБ ФМАББМ «Ресейдің Тұңғыш Президенті Б. Н. Ельцин атындағы  
Орал федералды университеті, Ресей Федерациясы, Екатеринбург қ.

28.11.23 ж. баспаға түсті.

19.12.236 ж. түзетулерімен түсті.

01.03.23 ж. басып шығаруға қабылданды.

## **ҚАРАҒАНДЫ КӨМІР БАССЕЙНІ ЖАҒДАЙЫНДА ЭЛЕКТР ЖҮКТЕМЕСІНІҢ ГРАФИКТЕРІН ЗЕРТТЕУ**

*Көмір шахтасында жұмыс тәулік бойы жүргізіледі, көптеген механизмдер мен қондырғылар үздіксіз жұмыс істейді. Сонымен қатар, кейбір жағдайларда резонанстық құбылыстар пайда*



болады, мұнда тұтынылатын жалпы қуат шектен асып кетеді, бұл айыппұл салуға немесе жоқ деген жағдайда электр қуатын тұтыну кестесі теңестірілгенге дейін электр қуатын өшіруге қауіп төндіруі мүмкін.

Жалпы өңірде немесе елді мекенде электр тұтыну жүйесі айқын мерзімді сипатқа ие. Олар таңертеңгі максимум (8–10 сағат аралықтары, электр жүктемесі төмендегеннен кейін, электр жүйесі қайта тұрақты жұмыс режиміне ауысады) және кешкі максимум (18–22 сағат аралықтары, тұрмыстық және өндірістік жүктеме сәйкес келген кезде және электр энергиясын тұтыну графигі өскен кезде) деп аталады. Мұндай графиктер электр жүйесін қанағаттандырмайды, егер электр энергиясын тұтынуы 24 сағат ішінде тұзу сызыққа ие болған кезде өте қолайлы болар еді.

Бұл мақалада энергия жүйесінің максимум сағаттарындағы мәліметтер негізінде жазғы және қысқы кезеңдердегі энергия қабылдағыштардың әртүрлі топтары үшін жүктеме графиктері алынды.

Электр тұтыну режимдерін зерттеу үшін тәуліктік электр жүктемесінің графиктері қажет. Сондықтан ыңғайлы болу үшін электр тұтыну графиктерінің қисықтары сатылы графиктер түрінде ұсынылады.

Сонымен қоса, мақалада тәуліктік графиктердің келесі негізгі сипаттамалары есептелген: графиктің біркелкі еместігі; графикті толтыру коэффициенті; максимум коэффициенті және максималды жүктемені пайдалану сағаттарының жылдық саны.

Кілттік сөздер: электр тұтыну, электр тұтыну режимдері, электр жүйелері, тұтынушылар, реттеу, максималды сағаттар, тәуелділік жүктеме графиктері, сағаттық тұтыну.

*Л. А. Avdeyev<sup>1</sup>, S. E. Kokin<sup>2</sup>, Sh. Z. Telbayeva<sup>1\*</sup>*

<sup>1</sup>Karaganda Technical University named after Abylas Saginov, Republic of Kazakhstan, Karaganda,

<sup>2</sup>State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin», Russian Federation, Ekaterinburg k.

Received 28.11.23.

Received in revised form 19.12.23.

Accepted for publication 01.03.24.

## **RESEARCH OF ELECTRIC LOAD SCHEDULES IN THE CONDITIONS OF THE KARAGANDA COAL BASIN**

*A coal mine is a round-the-clock industry, with many machines and plants in continuous operation. At the same time, there are periodic resonance situations when the total power consumption exceeds the limits, which may result in fines or, in the worst case, power outages until the power consumption schedule is equalized.*

*The consumption pattern of an entire region or locality is distinctly periodic. There is a morning maximum (8h-10h, after the electric load decreases, the power system switches to a constant mode of operation) and an evening maximum (18h–22h, when the household and industrial load coincide and the schedule of electric power consumption increases). Such schedules do not suit the power system, it would be ideal when the electricity consumption has a direct line during 24 hours.*

*In this paper, based on the data during the peak hours of the power system, load schedules for different groups of power consumers in summer and winter periods are obtained.*

*Daily electric load schedules are required for the research of power consumption modes. Therefore, the curves of power consumption schedules are presented in the form of step graphs for convenience.*

*The article also calculates the main characteristics of daily schedules, such as: irregularity of the schedule; coefficient of schedule filling; maximum coefficient and annual number of hours of maximum load consumption.*

*Keywords: power consumption, power consumption modes, power system, consumers, regulation, peak hours, daily load schedules, hourly consumption.*

Теруге 06.03.2024 ж. жіберілді. Басуға 29.03.2024 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

29.9 Мб RAM

Шартты баспа табағы 22,2. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс №4204

Сдано в набор 06.03.2024 г. Подписано в печать 29.03.2024 г.

Электронное издание

29.9 Мб RAM

Усл. печ. л. 22,2. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова

Заказ № 4204

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz