

# Определение признаков майнинговой деятельности на основе графиков нагрузок

Статья посвящена выявлению потребителей электроэнергии, имеющих признаки наличия майнинговой инфраструктуры. Представлен алгоритм определения мест размещения незаконной майнинговой деятельности по данным электропотребления в точках поставки по статическому характеру потребления. Проведено исследование графиков нагрузок, характерных для бытового потребления и для майнинговой инфраструктуры, на основе определения средней величины, спектрального метода анализа и нейронной сети. Даны рекомендации по автоматизации поиска.

**В** Федеральном законе «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [1] закреплён порядок и условия ведения майнинга криптовалют, которым могут заниматься юридические лица и индивидуальные предприниматели (включённые в реестр Минцифры), а также физлица без превышения установленных лимитов энергопотребления. Инструменты по администрированию майнинга и борьбе с нарушениями условий не установлены.

В соответствии с [2] изменена редакция п. 37 Правил полного и (или) частичного ограничения режима потребления электрической энергии, где указана необходимость внесения до 15.11.2024 изменений в утверждённые на период с 01.10.2024 по 30.09.2025 графики аварийного ограничения режима потребления электрической энергии (мощности) в части майнинговой деятельности.

Внесение изменений выполняется для территорий, в отношении которых принято решение о проведении отбора мощности новых генерирующих объектов, что затрагивает большую часть энергосистемы Республики Адыгея и Краснодарского края, то есть по 7 филиалам из 11 ПАО «Россети Кубань»: Адыгейские, Краснодарские, Славянские, Сочинские, Тимашевские, Усть-Лабинские и Юго-Западные ЭС. Энергопринимающие устройства, используемые для осуществления майнинговой деятельности, должны в приоритетном порядке включаться в графики аварийного ограничения режима потребления электрической энергии/мощности.

Направленные запросы о потребителях, осуществляющих майнинг, в энергосбытовые компании результатов не дали. Потребители электроэнергии, вносящие посильный вклад в развитие вычислительных машин и искусственного интеллекта, предпочитают осуществлять майнинговую деятельность в «серой» зоне.



**Владимир БОГДАН**,  
к.т.н., начальник  
службы электрических  
режимов ПАО «Россети  
Кубань»



**Алексей ПОПОВ**,  
начальник службы  
метрологии  
и контроля качества  
электроэнергии  
ПАО «Россети Кубань»



**Владимир КИЗИН**,  
главный специалист  
службы релейной  
защиты и автоматики  
ПАО «Россети Кубань»

Майнеры используют вычислительные мощности для обработки, подтверждения транзакций и добычи криптовалют, получая за свою работу вознаграждение. Доступность технических средств и финансовая выгода привлекают в процесс все больше участников.

ПАО «Россети Кубань» реализует алгоритм [3] определения мест размещения объектов майнинговой инфраструктуры на основе ежемесячного анализа электропотребления потребителей всех категорий по статическому характеру нагрузки.

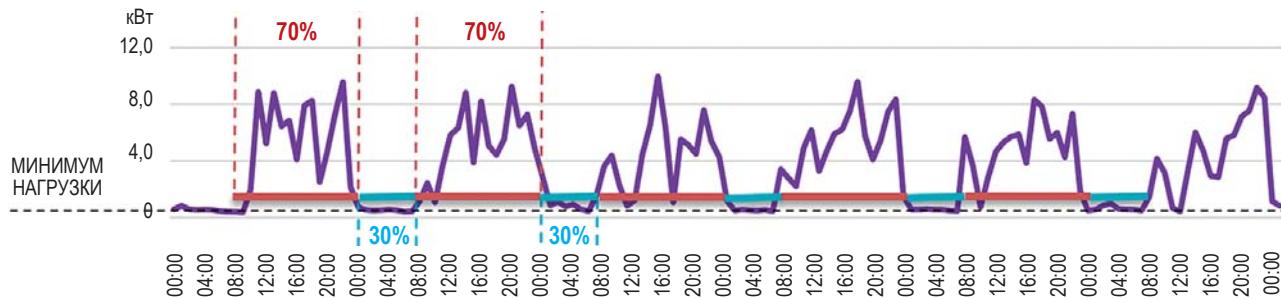
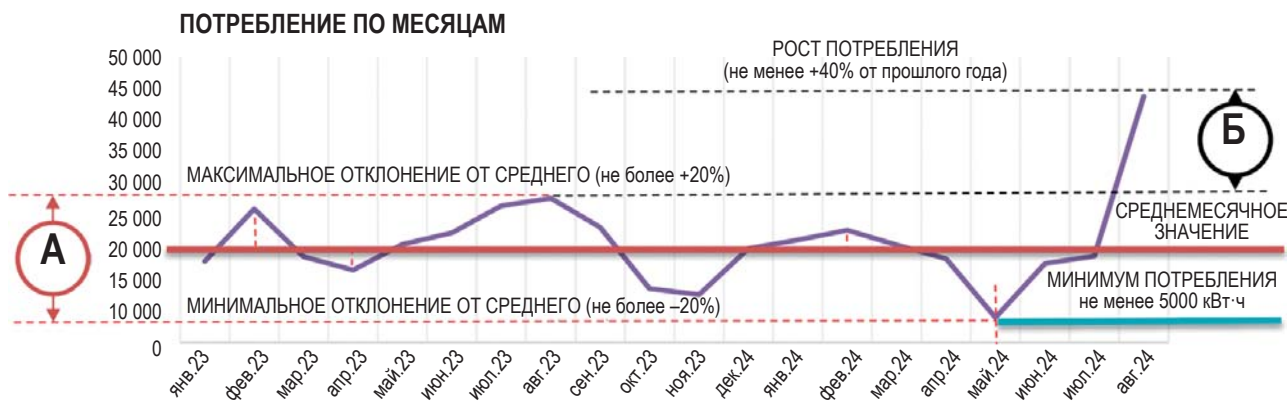
- статическая нагрузка (рисунок 1, критерий А) — отклонение фактического потребления за месяц от средне-

- рост нагрузки (рисунок 1, критерий Б) — рост потребления анализируемого месяца должен составлять не менее 40% относительно объема потребленной электроэнергии за аналогичный период прошлого года.

2. При получении обращений (жалоб) от потребителей и (или) энергосбытовых компаний на низкое качество электроэнергии, определяются ТП 6(10)–0,4 кВ, от которой запитан объект заявителя с выгрузкой реестра потребителей из программного комплекса 1С, запитанных от данной ТП.

Распределение дневных нагрузок (с 7:00 до 23:00) составляет 70% суточного потребления, а ночных нагрузок (с 23:00 до 7:00) составляет 30%. Такое распределение нагрузок характерно практически для всех потребителей, использующих электроэнергию на бытовые нужды (рисунок 2).

На рисунке 3 распределение дневных нагрузок (с 7:00 до 23:00) составляет 54% от суточного объема, а ночных нагрузок (с 23:00 до 7:00) — 46%. Такое распределение нагрузок нехарактерно для бытового потребления и свидетельствует о том, что на объекте без перерыва работают



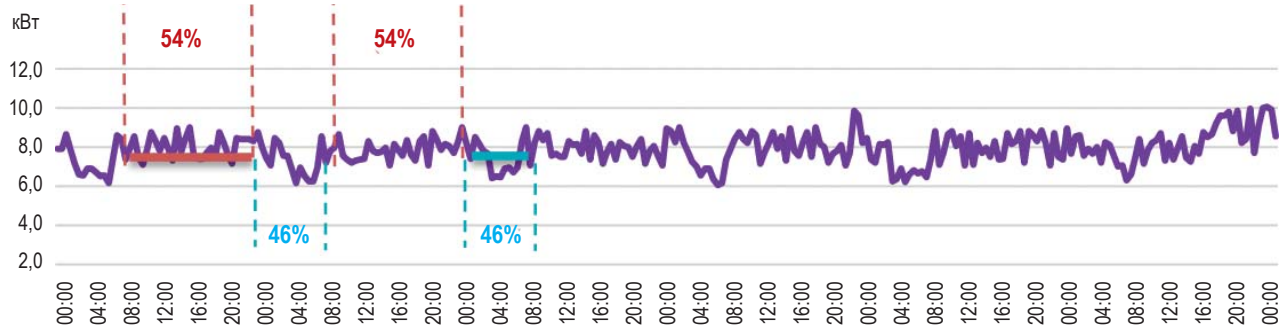


Рис. 3. Пример статического потребления мощности

токоприемники с одинаковой потребляемой мощностью. Данный вид графика нагрузок является одним из признаков наличия на объекте майнинговой инфраструктуры.

4. По реестру потребителей проводится проверка приборов учета с визуальным определением характера нагрузки. Контролируется уровень шума, специфического запаха от нагрева электроники и др.

5. При подтверждении наличия майнинга составляется акт выявления факта ведения в жилом (нежилом) помещении коммерческой и (или) иной профессиональной деятельности. Акт передается в энергосбытовую организацию для перевода потребителя из тарифной группы «население» в тарифную группу «прочие потребители».

6. В случае недопуска со стороны потребителей и наличия косвенных признаков осуществления майнинга организовывается проведение проверки объектов потребителей с привлечением правоохранительных органов на предмет наличия майнинговой инфраструктуры.

Вышеуказанный визуальный поиск персоналом энергосистемы необходимой формы графика нагрузок является достаточно трудозатратным процессом и требует автоматизации.

Характерные суточные графики электрических нагрузок предприятий различных отраслей промышленности являются достаточно изученными [4] и используются при решении вопросов развития распределительной сети.

В справочной литературе информация по графикам нагрузок бытовых потребителей отсутствует, так как ранее предполагалось отсутствие области их практического применения по разным причинам:

- в вопросах проектирования и развития электрической сети ориентируются на максимальную мощность потребителей для выбора параметров электрооборудования;
- расчеты электрических режимов в сетях 0,4–10 кВ не производятся и графики нагрузки бытовых потребителей не используются;
- считается, что повторяемость графиков нагрузки за разные дни очень слабая, и получить типовой график достаточно сложно.

Развитие понятий цифровой сети как совокупности объектов электросетевого комплекса, ключевыми факторами эффективного управления которого являются данные в цифровом виде с обработкой больших объемов информации, сформировало механизм для анализа графиков нагрузок потребителей всех категорий.

В ПАО «Россети Кубань» для данных целей используется автоматизированная информационно-измерительная система «Пирамида-Сети» с возможностью удаленного опроса приборов для осуществления контроля и учета энергоресурсов. По состоянию на 01.01.2025 к АИИС «Пирамида-Сети» из 1,26 млн потребителей электрической энергии (физические лица) подключены 41,5% от общего количества (рисунок 4).

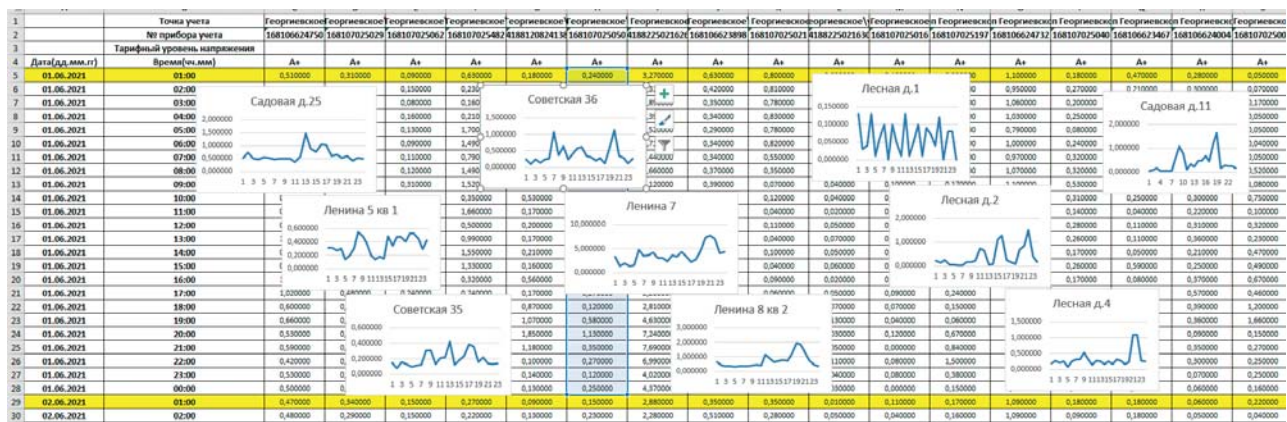


Рис. 4. Суточные графики нагрузок потребителей

**Табл. 1. Суточные данные по активной мощности майнинг-фермы**

Час	00:00	03:00	06:00	09:00	12:00	15:00	18:00	21:00	24:00
№ 1 — $P$ , МВт	5,43	5,35	5,34	5,48	5,5	5,5	5,53	5,47	5,46
№ 2 — $P$ , МВт	2,32	2,28	2,29	2,34	2,35	2,35	2,36	2,34	2,34

В рамках проводимой работы установлено наличие майнинг-фермы (центр хранения информации) с нагрузкой более 7 МВт питающейся по двум присоединениям — № 1 КВЛ 10 кВ СГ-2 «ЦХИ» и № 2 КВЛ 10 кВ РТЭС-1 от ПС 220 кВ в Славянском энергорайоне, с постоянной суточной нагрузкой (таблица 1).

Потребляемая реактивная составляющая также является постоянной и составляет 0,15–0,2% от активной мощности.

На рисунках 5 и 6 представлены часто встречающиеся суточные графики нагрузок для жилого, общественного секторов и бытовых потребителей.

Для поиска интересующей формы графиков нагрузки из массива данных предлагаются три метода автоматизации с использованием ПЭВМ.

**Метод № 1. Нахождение отклонения от среднего.** Для майнинг-фермы с равномерно расположенным исходным рядом точек активной мощности (рисунок 6г), составляющих

$P = 5,43; 5,37; 5,42; 5,35; 5,3; 5,28; 5,34; 5,41; 5,46; 5,48; 5,5; 5,5; 5,5; 5,54; 5,5; 5,5; 5,57; 5,6; 5,53; 5,52; 5,49; 5,47; 5,45; 5,46$  МВт определяем среднее арифметическое значение по формуле:

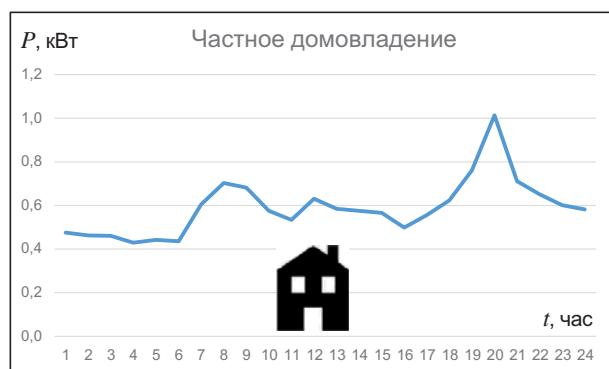
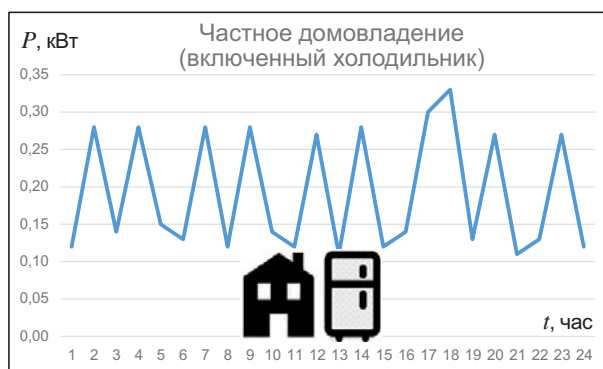
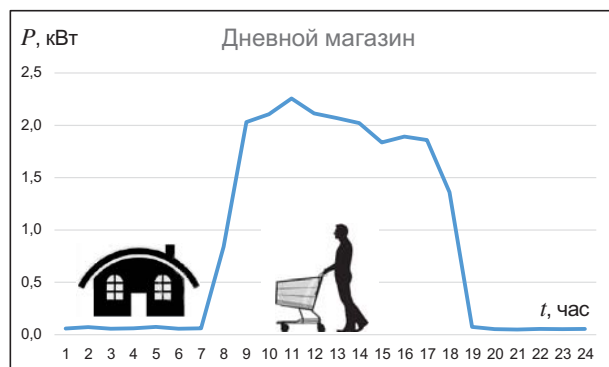
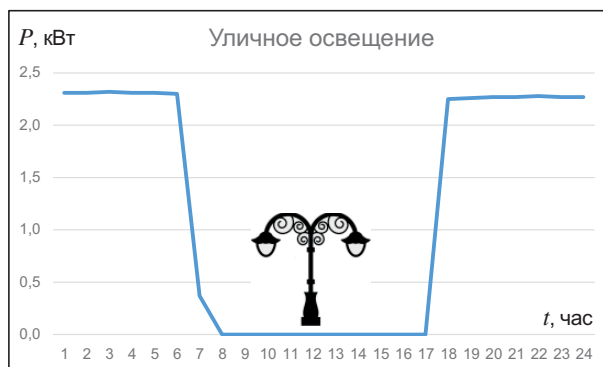
$$A_s = \sum_{k=1}^{24} (P^T)_k / 24 = 5,457. \quad (1)$$

На контрольные часы летнего режимного дня 04:00 (ночной провал), 10:00 (утренний максимум) и 21:00 (вечерний максимум) отклонения от среднего значения составят 0,3%, 0,8% и 0,2% соответственно, так как нагрузка является статичной и отклонение не превышает 1%.

**Метод № 2. Спектральный метод анализа (разложение в ряд Фурье).** Периодическую функцию  $X(t)$ , заданную на интервале  $[0, T]$  с периодом  $T = 1/f$ , где  $f$  — частота основной гармоники, можно представить в виде ряда:

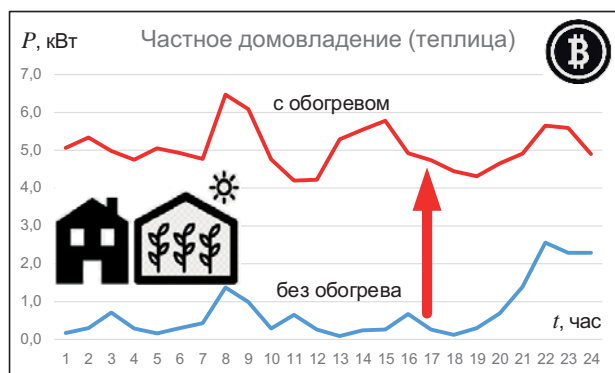
$$X(t) = A_0/2 + \sum_{k=1}^{10} [A_k \cdot \cos(2\pi kft) + B_k \cdot \sin(2\pi kft)]. \quad (2)$$

Определим постоянную составляющую по (1).

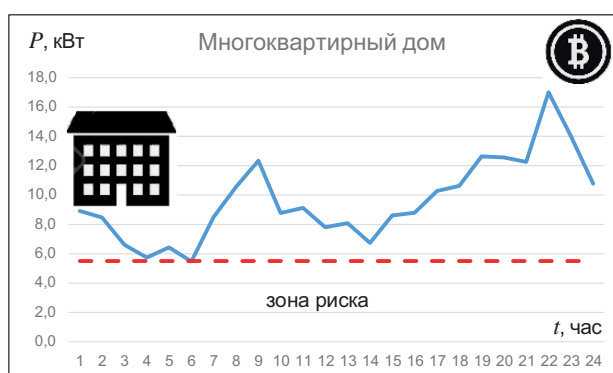

**а)**

**б)**

**в)**

**г)**

**Рис. 5. Суточный график:** а) бытового потребителя с максимальной нагрузкой 1 кВт; б) бытового потребителя с минимальной повторно-кратковременной нагрузкой; в) дневной магазин; г) уличное освещение

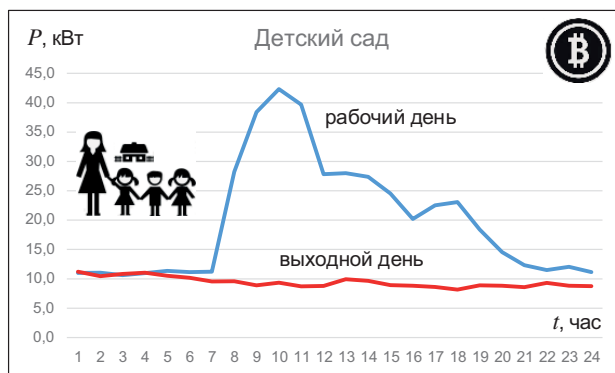




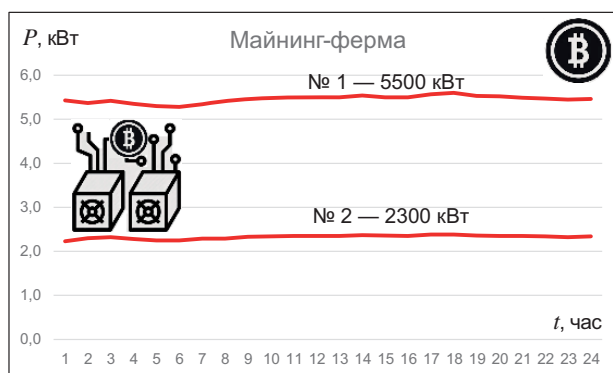
а)



б)



в)



г)

Рис. 6. Суточный график для «группы риска»: а) бытовой потребитель с постоянной нагрузкой (теплица/майнинг); б) многоквартирный дом; в) детский сад; г) промышленное предприятие (майнинг)

Определим коэффициенты пересчета к реальному значению мощности для синусной и косинусной составляющих:

$$A_k = \sin(k)_n = \sum_{k=1}^{nt} [(P_{T,k}) \cdot \sin(2\pi nk/24) \cdot (2\pi/24)] / \pi, \quad (4)$$

$$B_k = \cos(k)_n = \sum_{k=1}^{nt} [(P_{T,k}) \cdot \cos(2\pi nk/24) \cdot (2\pi/24)] / \pi, \quad (5)$$

Определим основные характеристики гармоник.

Амплитуды  $k$ -й гармоники:

$$|C_k| = \sqrt{A_k^2 + B_k^2}. \quad (6)$$

Начальные фазы  $k$ -й гармоники:

$$\varphi_k = \arctg(A_k / B_k) \cdot 180^\circ / \pi. \quad (7)$$

Разложение выполняем на 10 гармоник (возможно любое иное, но не менее трех). Погрешность расчета при восстановлении формы графика нагрузки не превышает 5%.

Для дневного магазина определяющей является 1-я гармоника, а для майнинг-фермы определяющей является постоянная составляющая (гармоники с 1-й по 10-ю практически равны нулю, то есть отсутствие гармоник является ключевым показателем).

Метод № 3. Создание нейронной сети. Использование нейронной сети Кохонена [5, 6], объединяющей разные объ-

Табл. 2. Результаты разложения на ряд Фурье по номерам гармоник

Дневной магазин (рисунок 5в), постоянная составляющая 0,875 кВт				Майнинг-ферма (рисунок 6г), постоянная составляющая 5,45 МВт			
$C_k =$		$\varphi_k =$		$C_k =$		$\varphi_k =$	
1	1,21	1	74,9°	1	0,1	1	14,1°
2	0,31	2	67,4°	2	0,03	2	-70,8°
3	0,28	3	27,0°	3	0,04	3	12,9°
4	0,23	4	13,9°	4	0,01	4	34,9°
5	0,07	5	4,5°	5	0,02	5	-33,0°
6	0,16	6	-20,2°	6	0,01	6	40,8°
7	0,02	7	-78,0°	7	0,03	7	48,3°
8	0,09	8	-48,0°	8	0,01	8	68,4°
9	0,03	9	-68,7°	9	0,01	9	11,4°
10	0,06	10	69,1°	10	0,01	10	8,7°

Табл. 3. Статистика распределения суточных графиков активной нагрузки потребителей в процентах (%)

Месячное потребление энергии, кВт·ч	Рисунок 5				Рисунок 6			
	а	б	в	г	а	б	в	г
До 500	18,3	23,2	–	–	–	–	–	–
500–1000	12,6	–	2	–	–	–	–	–
1000–2500	2,5	–	0,5	0,7	4,5	0,9	–	2,2
2500–5000	–	–	–	–	–	0,7	–	–
Более 5000	–	–	1,5	–	–	0,8	0,5	–

екты в отдельные группы (кластеры). Решение о попадании объекта в тот или иной кластер принимается на основе значений его признаков, которые являются входными данными для данного класса нейросетей. Известно, что не всегда можно математическими или аналитическими методами сгруппировать имеющиеся объекты. Нейронная сеть Кохонена позволяет это осуществить.

Авторами решена задача классификации суточных графиков нагрузки по их видам для объектов одного из населенных пунктов Краснодарского края. Признаком являются вид графика и величина нагрузки. Пропустив суточные графики всех объектов через сеть Кохонена для ее настройки, на выходе мы получим заданное количество кластеров. При этом должно выполняться условие — графики, относящиеся к одной и той же группе должны быть подобны друг другу в некотором смысле. Если использовать нормализацию графиков по максимальному значению за сутки, то графики будут разделены на кластеры только по видам. Для учета величины нагрузки объекта нормализацию по максимуму не выполнять. При обучении сети от группы с большими нагрузками может отделиться группа с малыми нагрузками.

Сеть Кохонена была дополнена нейронной сетью [7] для распознавания поданных графиков на вход.

Сумма процентов (таблица 3) не равна 100%, так как часть графиков не совпадает с рассматриваемыми и имеет другой вид.

Для разделения потребителей, имеющих признаки майнинговой инфраструктуры от имеющих отопительные котлы, духовые шкафы, теплые полы, мощные системы кондиционирования и охлаждения и другое оборудование, с повторно-кратковременным графиком потребления полной мощности с периодами включения 3–5 минут и промежутками потребления вспомогательных цепей 3–10 минут, предлагается два инструментальных метода.

1. Временная дистанционная программная переустановка времени усреднения мощности интеллектуальных счетчиков, включенных в АИИС «Пирамида-Сети» со стандартных часовых и получасовых промежутков на пятиминутные.

Ввиду особенностей блоков питания оборудования, применяемого для майнинга, характеристики его потребления при пятиминутном разбиении останутся практически неизменными, а у других потребителей проявятся ярко выраженные признаки повторно-кратковременной нагрузки, которые невозможно зафиксировать при стандартном часовом или получасовом разбиении.

2. Использование для непрерывного мониторинга мощности у потребителей, включенных в реестр, приборов контроля качества электроэнергии, снабженных комплектом токоизмерительных клещей (для мониторинга тока, активной, реактивной мощностей и соответствующих коэффициентов), например «Прорыв-Т» или аналогичных.

Второй способ в большинстве случаев даст более точные результаты, однако, его скрытное применение на границе балансовой принадлежности несколько затруднено, а подключение его в РУ-0,4 кВ питающих ТП на отходящей линии 0,4 кВ с «подозреваемыми» потребителями добавит необходимость последующей дополнительной обработки информации.


## ВЫВОДЫ

1. В Российской Федерации закреплён порядок и условия ведения майнинга криптовалют. Потребители электроэнергии, осуществляющие майнинговую деятельность на определенных территориях в приоритетном порядке должны включаться в ГАО. В настоящее время недостаточно правоприменительной практики в отношении недобросовестных майнеров.

2. Использование интеллектуальных систем учета электроэнергии позволяет реализовывать механизмы анализа профилей нагрузок, их классификацию и поиск потребителей, осуществляющих майнинговую деятельность.

3. Работа по алгоритму определения мест размещения объектов майнинговой инфраструктуры [3] требует обработки больших объемов информации в цифровом виде. Представляется целесообразной разработка блока анализа профилей нагрузок в АИИС «Пирамида-Сети».

4. График нагрузки объекта майнинговой инфраструктуры является не характерным для бытового потребления, имеет значительную постоянную составляющую, в том числе в ночное время и выходные дни.

5. Предложены три вычислительных (отклонение от среднего, спектральный метод анализа, на основе нейронной сети) и два инструментальных метода поиска майнинговой инфраструктуры. 

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 08.08.2024 № 221-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1306887765>.
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 01.11.2024 № 1479 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1310022701>.
3. Инструкция начальника РЭС для организации работ персонала РЭС по снижению потерь электроэнергии в сетях 0,4–20 кВ. (Утв. Приказом ПАО «Россети Кубань» от 11.10.2024 № 760-од).
4. Справочник по проектированию электроэнергетических систем. Под ред. С.С. Рокотяна и И.М. Шапиро. Изд. 2-е. перераб. и доп. М.: «Энергия», 1977. 287 с.
5. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. М.: Финансы и статистика, 2002. 344 с.
6. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. М.: Вильямс, 2006. 1104 с.
7. Рашид Т. Создаем нейронную сеть. СПб.: ООО «Альфа-книга», 2017. 272 с.

# ПОДПИСКА – 2025

на журнал «ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение»

## СТОИМОСТЬ\* подписки для юридических/физических лиц

### на ПЕЧАТНУЮ версию

1 номер – 2400 / 1125 руб.  
3 номера – 7020 / 3240 руб.  
6 номеров – 12 480 / 5760 руб.

В стоимость включена доставка журнала Почтой России заказной бандеролью.

Подписаться на печатную версию можно через агентства:

- «Урал-Пресс» — 36859 (на полугодие), 36861 (на год)
- «Почта России» — П7579 (на полугодие)

### С ЛЮБОГО НОМЕРА НА ЛЮБОЙ ПЕРИОД

можно подписаться через редакцию:

- на сайте [eepir.ru](http://eepir.ru) в разделе «Подписка»
- запросом на почту [podpiska@eepir.ru](mailto:podpiska@eepir.ru)
- по телефону +7 (495) 645-12-41

### на ЭЛЕКТРОННУЮ версию

3 номера – 3000 / 1800 руб.  
6 номеров – 6000 / 3600 руб.

Предоставляется доступ к личному кабинету для просмотра журнала на сайте издательства в течение выбранного периода подписки, а также изданий за предыдущий год, находящихся в закрытом доступе, без права их распространения, в том числе отдельных частей или материалов.



\* НДС не облагается