

УДК 621.311

Головищиков Владимир Олегович,

к.т.н., с.н.с. РАН, главный специалист по электроэнергетическим системам,
ФГБУН «Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН»,
доцент кафедры «Электроснабжения и электротехники»

ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»,
e-mail: vladgo@isem.irk.ru

Пеньковский Андрей Владимирович,

к.т.н., с.н.с., ФГБУН «Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН»,
доцент кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий»
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
н.с., дирекция института энергетики,

ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»,
e-mail: penkoffsky@isem.irk.ru

Коновалов Юрий Васильевич,

к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: yrvaskon@mail.ru

Хайдуков Валерий Валерьевич,

аспирант, ФГБУН «Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН»,
e-mail: 402107@bk.ru

МЕТОД СНИЖЕНИЯ ДЕФИЦИТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ, ВЫЗВАННОГО МАССОВЫМ ИНДИВИДУАЛЬНЫМ ЖИЛИЩНЫМ СТРОИТЕЛЬСТВОМ

Golovshikov V.O., Penkovskii A.V., Konovalov Yu.V., Khaidukov V.V.

A METHOD FOR REDUCING THE ELECTRIC POWER DEFICIT IN THE IRKUTSK REGION CAUSED BY MASSIVE INDIVIDUAL HOUSING CONSTRUCTION

Аннотация. В южных районах Иркутской области возник дефицит электрической мощности, вызванный различными причинами. За последние два года этот дефицит был также обусловлен бурным индивидуальным жилищным строительством с электроотоплением домов, а также интенсивным развитием «майнинга криптовалюты». Этому способствуют низкие тарифы на электроэнергию, по которым эти группы потребителей оплачивают потребленную электроэнергию. Если для ограничения «майнинга» требуется разработка федерального законодательства, то для снижения электропотребления индивидуальных домов, при существующих тарифах, требуется утепление этих домов. Расчеты показали, что эти мероприятия могут дать экономию мощности в сотни мегаватт.

Ключевые слова: электроэнергетическая система, дефицит, электроэнергия, мощность, «майнинг», мероприятия, утепление, индивидуальные дома.

Abstract. In the southern of the Irkutsk region, a shortage of electricity has arisen due to various reasons. Over the past two years, this shortage has also been due to rapid individual housing construction with electric heating of houses, as well as the intensive development of “cryptocurrency mining”. This is facilitated by low electricity tariffs, at which these consumer groups pay for the electricity they consume. If limiting “mining” requires the development of federal legislation, then in order to reduce the power consumption of individual houses, at existing tariffs, insulation of these houses is required. Calculations have shown that these measures can result in power savings of hundreds of megawatts.

Keywords: electrical power system, deficit, electricity, power, mining, events, insulation, individual houses.

За последние полтора-два года в Иркутской области возникла ситуация с дефицитом электрической мощности. Многие представители научно-технического сообще-

ства и представители различных уровней власти до сих пор считают, что это «надуманная проблема», так как многие предыдущие годы мощная Иркутская энергосистема

входила в тройку крупнейших энергосистем страны, уступая только Московской и Тюменской энергосистемам. Суммарная установленная мощность всех электростанций Иркутской энергосистемы более 13 ГВт. В структуру Иркутской энергосистемы входят четыре ГЭС, три из которых входят в структуру «ЕвроСибЭнерго Гидрогенерация» (Иркутская, Братская и Усть-Илимская суммарной мощностью более 9 ГВт), а также Мамаканская ГЭС мощностью менее 100 МВт на реке Витим (входит в локальную энергокомпанию «Витимэнерго» небольшой мощности), а также четырнадцать тепловых электростанций (тепло-электроцентрали ТЭЦ) суммарной мощностью 4 ГВт, большинство которых объединены (включая тепловые сети) в Байкальскую энергетическую компанию (БЭК). Имеются и ведомственные ТЭЦ небольшой мощности, например, ТЭЦ бывшего Байкальского целлюлозного комбината (БЦБК) в г. Байкальске Иркутской области (ИО), а также две ТЭЦ ОА «Группа «Илим» в г. Братске и г. Усть-Илимке.

В Иркутской области наблюдается один из самых высоких темпов прироста потребления электроэнергии в России. По данным регионального Министерства жилищной политики и энергетики ИО, озвученным руководством области на Российской энергетической неделе (РЭН) в октябре 2023 года, прирост в 2022 году составил 8,6%, уступая только Республике Дагестан. Но если не рассматривать «проценты темпов роста», а объемы электропотребления двух регионов, то они несопоставимы. Например, только за девять месяцев 2023 года объем электропотребления в ИО составил около 50 млрд. кВт·ч. Особенно существенный рост электропотребления в ИО был в 2021 году 17,6% по отношению к 2020 году, а в 2022 году 12,3% по отношению к 2021 году. Анализ показывает, что уже в краткосрочной перспективе (2-3 года) темпы роста электропотребления будут снижаться, но останутся достаточно высокими по среднероссийским показателям: 3-5% в год. Причины этого обусловлены структурой потребителей электроэнергии в ИО.

Указанные высокие темпы роста электропотребления в ИО в период 2020-2022 годы, определяются не столько развитием электроемких производств (хотя такие имеются, например: введение в эксплуатацию в ИО третьего алюминиевого завода в г. Тай-

шете (ТАЗ), постепенным наращиванием мощности Иркутским авиационным заводом и др., а бурным развитием индивидуального жилищного строительства и так называемого «майнинга криптовалюты». Именно эти две группы потребителей и привели к возникновению дефицита мощности в ИО и прежде всего на юге региона. Следует пояснить, что необходимо рассматривать дефицит электрической мощности, а не дефицит электроэнергетики, который является интегральным показателем, зависящим от времени и который, как правило, отсутствует в большинстве регионов страны, в то числе и в ИО.

Появление проблемы дефицита мощности на юго-востоке Объединенной электроэнергетической системы Сибири (ОЭС Сибири), включая южные районы ИО, которая может обостриться уже в ближайшем будущем, уже не вызывает сомнений, так как обсуждение её уже вышло на федеральный уровень. Только в течение 2023 года было проведено несколько крупных совещаний с представителями федеральных органов власти. Например, выездное совещание г. Байкальске ИО в феврале с участием представителей Минэнерго РФ, Системного оператора ЕЭС России, руководителей ИО и др., поручение руководства страны на Красноярском экономическом форуме (КЭФ-2023) «изучить вопрос предотвращения энергодефицита на юго-востоке ОЭС Сибири» и представить доклад к 29.12. 2023 г. В последнее время стали появляться статьи и информация в нормативно-правовой базе (НПБ), а также в средствах массовой информации, в которых дается анализ причин возникновения дефицита мощности в южных районах ИО и предлагаются некоторые пути и методы минимизирующие этот дефицит мощности, например, [1-3] и др. В принятой «Схема и программа развития электроэнергетики» (СиПР) на период 2023-2028 годы [4, 5], а также в начавшемся обсуждении СиПР на период 2024-2028 годы, которые относятся ко всей электроэнергетике Российской Федерации (РФ), предложены некоторые конкретные мероприятия по снижению дефицита мощности в юго-восточных регионах Сибири и в первую очередь в ИО. Однако, в СиПР не выделяются такие причины появления дефицита мощности, как отмечено выше, группа потребителей электроэнергии «население» и «майнинг криптовалюты». Суммарный дефицит мощности по южным районам ИО в

настоящее время около 700 МВт, но уже к 2028-2029 году может достичь 1500-1700 МВт, что в два раза превышает мощность Иркутской ГЭС. Анализ показал, что суммарная структура максимального потребления мощности в ИО в объеме 9,4 ГВт в осенне-зимний период (ОЗП) 2022-2023 годы была: алюминиевые заводы – 32%; промышленность – 16%; РЖД – 12%; население – 22%; «майнинг» – 5%, то есть две последние группы потребителей в сумме составили 27% в периоды наибольшей потребности в электрической мощности.

Что касается «майнинга криптовалюты», то именно в ИО он развивается за последние два года достаточно быстрыми темпами. Это обусловлено самыми низкими тарифами на электроэнергию в России. «Майнинг» в настоящее время практически никак не регулируется законодательством. В свою очередь он делится на «серый майнинг» (фактически нелегальный, потребляющий электроэнергию по тарифам для населения) и «белый майнинг», который оформлен как юридические лица – центры обработки информации (ЦОД, а фактически крупные «майнинговые фермы»). По данным Министерства жилищной политики и энергетики ИО, по состоянию на июль 2023 года, «серые» выявленные «майнеры» потребляли 260 Вт мощности, а «белые майнеры» 850 МВт. Следует особо отметить, что так называемые ЦОД, оплачивающие потребленную энергию по тарифам ИО для юридических лиц, но при этом не оплачивают налоги с больших доходов по финансовым операциям, связанным с криптовалютой. Острота проблемы с «майнингом», влияющая на рост дефицита мощности, прежде всего в ИО, потребовала проведения специального совещания в Правительстве РФ (6 июля 2023 г.) по вопросам комплексного регулирования «майнинга криптовалюты», включая налоговое и тарифное регулирование этого вида деятельности с конкретными поручениями профильным федеральным Министерством.

Ещё до активизации «майнинговой деятельности» основным фактором увеличения дефицита мощности в ИО, и особенно в южных районах и пригородах больших городов, было и остается бурное индивидуальное жилищное строительство с массовым применением электроотопления, причем не согласованное с планами развития электрических сетей низких классов напряжения (35 кВ и

ниже). Из-за низких тарифов на электроэнергию для населения даже в деревнях стало выгоднее отказаться от классического печного отопления. В упомянутых выше источниках информации [1, 2] эта проблема рассматривается, но целью данной статьи является показать детально ещё один перспективный путь снижения потребляемой мощности в индивидуальном жилищном строительстве, что может существенно снизить возникший и прогнозируемый дефицит мощности.

Были проведены исследования и обосновывающие соответствующие расчеты подключаемой электрической мощности для индивидуальных жилых зданий для нужд отопления, горячего водоснабжения и вентиляции, осуществляемое с помощью электрического бойлера. В качестве объекта было выбрано достаточно характерное одноэтажное здание общей площадью 100 кв.м. и внутренней высотой помещения 2 м. Расчетное количество жителей – 3 человека. Анализ и расчеты исследуемого объекта проводились для трех вариантов: вариант 1 – деревянный брус, вариант 2 – кирпичная кладка, вариант 3 – газобетон. В расчетах использовались следующая исходная информация: климатические данные места расположения жилого здания (продолжительность отопительного периода, расчетная температура наружного воздуха и др.); конструктивные (геометрические) характеристики здания и их теплотехнические показатели. Все расчеты опирались на основные нормативные документы при выполнении аналогичных расчетов: государственные стандарты, строительные нормы и правила, своды правил по проектированию и строительству и др. [6-11].

Расчеты для каждого типа конструкций здания состояли из нескольких этапов. На первом этапе рассчитывался нормативный объем потребления тепловой энергии для нужд отопления и вентиляции в зависимости от вариантов исполнения конструкции здания при заданных геометрических параметрах жилого здания. На втором этапе рассчитывались нормативные объемы горячего водоснабжения при принятом количестве человек, проживающих в жилом здании. Затем рассчитывалась суммарная тепловая нагрузка здания с последующим выбором электроотопительного оборудования для ее покрытия. В соответствии с Федеральным законом от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффек-

тивности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» проводилась проверка на соответствие нормативных и расчетных показателей коэффициентов сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций жилого здания с последующими практическими рекомендациями по его утеплению.

Рассчитанные нормативные показатели по потребляемой электрической мощности в по вариантам представлены в графическом виде рис. 1, рис. 2, рис. 3.

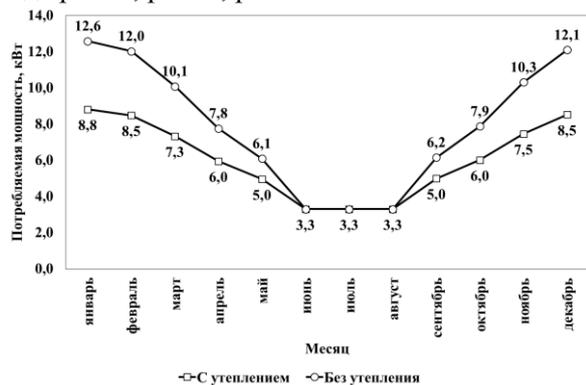


Рис. 1 – Потребляемая электрическая мощность одноэтажного, одноквартирного жилого здания в течение года по варианту 1.

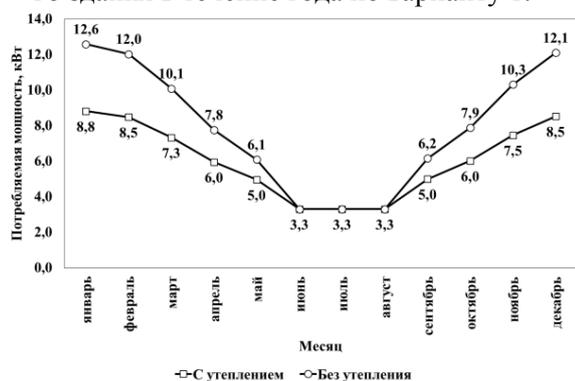


Рис. 2 – Потребляемая электрическая мощность одноэтажного, одноквартирного жилого здания в течение года по варианту 2.

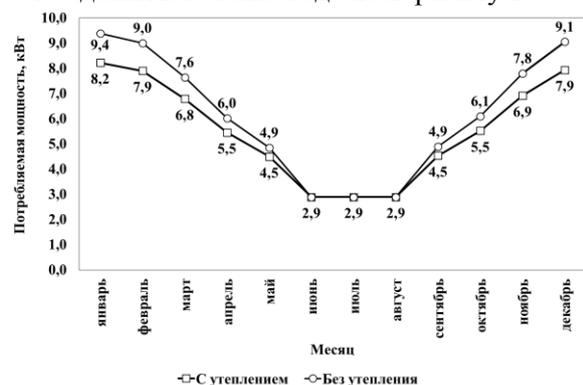


Рис. 3 – Потребляемая электрическая мощность одноэтажного, одноквартирного жилого здания в течение года по варианту 3.

Обобщающие результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Потребляемая электрическая мощность для покрытия нагрузок отопления и горячего водоснабжения

Показатели	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Потребляемая электрическая мощность для покрытия нагрузок отопления и горячего водоснабжения для неутепленного здания (максимальная), кВт	16,35	15,58	12,12
Потребляемая электрическая мощность для покрытия нагрузок отопления и горячего водоснабжения для утепленного здания (максимальная), кВт	11,07	10,80	10,45

Расчеты показали, что при различных вариантах исполнения несущих и ограждающих конструкций, нагрузка на отопление существенно отличаются. По всем вариантам рассчитанный коэффициент сопротивления теплопередачи не соответствует требуемому для территории г. Иркутска. Для достижения нормативных значений коэффициента сопротивления теплопередачи предложены мероприятия по утеплению стен, пола и чердачных перекрытий. Были также рассчитаны оптимальные толщины теплоизолирующего материала и выполнен перерасчет нагрузок на отопление и вентиляцию. Выполненные расчеты показали, что применение данных мероприятий существенно (более 40 %) снижает расчетную нагрузку на отопление, а суммарная нагрузка по всем вариантам не превышает находится в диапазоне 10-11,1 кВт. При этом максимальная суммарная потребляемая мощность электробойлера и (или) электрических конвекторов для покрытия данных нагрузок с учетом резерва их мощности в размере 15% от расчетной для всех вариантов не превышает 11,1 кВт. Если учесть, что характеристики жилого помещения, принятые на основании действующей нормативной документации (площадь поме-

щения, высота потолка), существенно отличаются от большинства реальных конструкций и учесть электропотребление бытовыми электроприборами, то для рассматриваемых домов необходима мощность около 25-30 кВт. Если условно принять, что на таком электроснабжении в ИО находятся, например, двадцать тысяч индивидуальных домов, то их суммарная мощность превысит 600 МВт. При отсутствии хотя бы у половины домов качественного утепления, требуемая мощность возрастет на 40%. Внедрять утепление уже существующих индивидуальных домов в обязательном порядке невозможно. Это может произойти без принуждения только при резком повышении тарифов на электроэнергию для населения. Однако, при типовом массовом строительстве мероприятия по утеплению необходимо проводить, так как утепление позволит снизить нагрузку на 200-250 МВт, что в свою очередь позволит снизить дефицит мощности и, как следствие – снизить объемы дополнительного строительства электросетей и генерирующих источников.

Выводы

Проблема дефицита электрической

мощности в южных районах Иркутской области существует и без принятия необходимых мероприятий уже в ближайшем будущем будет обостряться. Основными причинами этого дефицита является: «майнинг криптовалюты», потребляющий большие объемы электроэнергии по низким тарифам, существующим в Иркутской области, а также массовое индивидуальное жилищное строительство с электроотоплением. Если общие проблемы с дефицитом мощности начинают постепенно решаться путем не только реализации организационно-технологических мероприятий, но и на законодательном уровне, например, для «майнинговой деятельности», то в индивидуальном жилищном строительстве необходимы дополнительные меры. Существенный эффект по снижению потребляемой электрической мощности в индивидуальных домах дают мероприятия по утеплению жилых домов различных конструкций.

Работа выполнена в рамках Государственного задания NFWEU - 754 2021-0001. Программа фундаментальных исследований РФ на 2021-2030 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Стенников, В.А., Головщиков, В.О.** Энергетика Иркутской области: тенденции, вызовы и угрозы в современных условиях // Энергетическая политика. – 2022 – №12 (178). – С. 56-71.
2. **Стенников, В.А., Головщиков, В.О., Осака, А.Б.** Проблемы и перспективы развития электроэнергетики в восточных регионах России // Энергетическая политика. – 2023 г. – №6 (184). – С. 20-36.
3. **Маяков, Д.В., Корнилов, В.Н.** Иркутск – столица майнинга: новые вызовы для энергосистемы // Bigpower Daily. 16.12.2022. Электронный ресурс: URL: <https://www.bigpowernews.ru/interview/document106777.p.html> (обращение: 20.03.2023 г.).
4. Российская Федерация. Приказ Минэнерго России от 28.02.2023 № 108 «Об утверждении схемы и программы развития электроэнергетических систем России на 2023 – 2028 годы». Электронный ресурс: URL: <https://www.so-ups.ru/future-planning/sipr-ees/dev-sch/> (обращение: 20.03.2023 г.).
5. Российская Федерация. Обосновывающие материалы для схемы и программы развития электроэнергетических систем России на 2023 – 2028 годы. Электронный ресурс: URL: https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/company/future_plan/public_discussion/2023/final/public_sipr_ups_2023-28_fin.zip (обращение: 18.10.2023 г.).
6. ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».
7. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита здания». Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.
8. СП 31-106-2002 «Проектирование и строительство инженерных систем одноквартирных жилых домов».
9. СП 41-104-2000 «Проектирование автономных источников теплоснабжения»
10. СП 345.1325800.2017 «Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой защиты».
11. СП 131-13330-2011 «Строительная климатология» Актуализированная редакция СНиП 23-01-99.