

УДК 621.31

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ОТ СНИЖЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРИСОЕДИНЕНИИ К ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СЕТЯМ

Лиляева А.А., студент гр.ЭПб-221, II курс

Научный руководитель: Воронин В.А., доцент

Кузбасский государственный технический университет

имени Т.Ф. Горбачева

г. Кемерово

Введение и постановка проблемы. Технологическое присоединение – это услуга, предоставляемая сетевыми компаниями и включающая в себя подключение энергопринимающих устройств потребителя к электрическим сетям впервые или с целью увеличения максимальной мощности, её перераспределения. Технологическое присоединение (ТП) включает в себя следующие этапы: подача заявления, заключение договора, разработка проектной документации, разрешение органа федерального государственного энергетического надзора на допуск к эксплуатации объектов, осуществление фактического подключения, составление акта о ТП.

Стоимость ТП определяется согласно приказу “Об установлении стандартизованных тарифных ставок и формул платы за технологическое присоединение к электрическим сетям территориальных сетевых организаций” и зависит от величины максимальной мощности: чем больше подключаемая мощность, тем выше стоимость.

Максимальная мощность может быть уменьшена за счёт внедрения систем накопления электроэнергии (СНЭЭ). Заряжая СНЭЭ в часы с наименьшим потреблением и используя накопленную энергию в часы пиковой нагрузки, снижается пиковая мощность потребителя и выравнивается суточный профиль электропотребления (рис. 1). Особенно эффективно данное решение при высокой неравномерности суточного графика электрической нагрузки, когда пиковое электропотребление наблюдается в течение небольшого интервала времени. Таким образом, за счет применения СНЭЭ возможно снизить максимальное потребление от сети и сократить затраты на ТП к электрическим сетям.

Актуальность данной темы подтверждается дорожной картой по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению "Энерджинет" [1], в соответствии с которой до июня 2024 г. предусматривается подготовка предложений по внесению изменений в нормативно-технические документы в части применения СНЭЭ для уменьшения мак-

симальной мощности энергопринимающих устройств при ТП к сетям сетевой организации.



Рис. 1. Выравнивание суточного графика нагрузки с помощью СНЭЭ

По данным [2], размах изменения стоимости ТП может варьироваться между регионами от 151 % до 213 % относительно среднего уровня (на примере ТП многоквартирного жилого дома с максимальной мощностью 500 кВт). Наименьшие тарифные ставки в 2023 году имели регионы: Республика Дагестан, Тамбовская и Ивановская области, а наибольшие Ростовская, Сахалинская и Новосибирская области. Однако ранжирование регионов по стоимости ТП меняется каждый год в значительной степени из-за высокой изменчивости тарифов. Так, по отдельным регионам величина затрат на ТП в рассматриваемом примере изменилась более чем в 2,5 раза за 1 год. С 2021 по 2023 гг. тарифные ставки изменились в среднем на 26 %. Таким образом, экономический эффект за счет снижения максимальной мощности при ТП может в значительной степени варьироваться между регионами России.

Целью данной работы является укрупненная оценка экономического эффекта от снижения максимальной мощности при ТП к электрическим сетям сетевой организации за счет применения СНЭЭ в ряде регионов России.

Методология. В качестве объекта исследования рассмотрены энергопринимающие устройства с максимальной мощностью от 50 кВт до 1000 кВт, 3-й категории надежности, присоединяемые к электрическим сетям классом напряжения 0,4 кВ. Структурная схема электроснабжения рассматриваемого объекта показана на рис. 2.

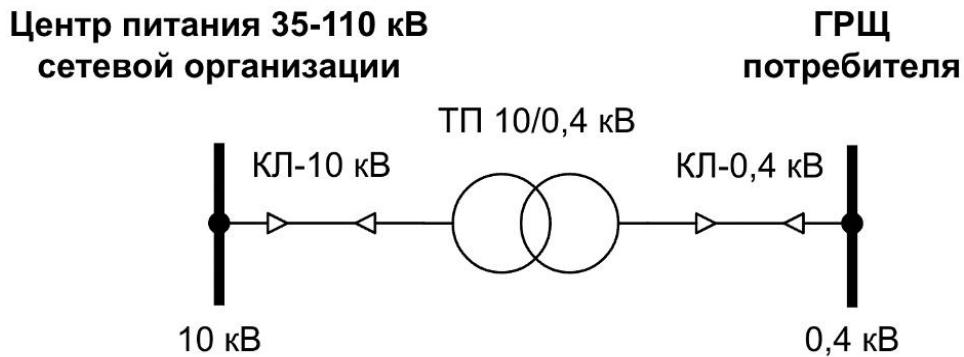


Рис. 2. Структурная схема электроснабжения энергопринимающих устройств

Расчет стоимости технологического присоединения выполнен по стандартизованным тарифным ставкам по следующему выражению:

$$P_{\text{пп}} = C_1 + C_{3i}^{0,4\text{kB}} \cdot L_i + C_{3i}^{10\text{kB}} \cdot L_i + C_{5i} \cdot N_i + C_{8i} \cdot q,$$

где $P_{\text{пп}}$ - размер платы за технологическое присоединение энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии, объектов электросетевого хозяйства, принадлежащих сетевым организациям и иным лицам (руб.); C_1 - стандартизированная тарифная ставка на покрытие расходов на технологическое присоединение энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии, объектов электросетевого хозяйства, принадлежащих сетевым организациям и иным лицам; $C_{3i}^{0,4\text{kB}}$ - стандартизированная тарифная ставка на покрытие расходов сетевой организации на строительство кабельных линий электропередачи на 1-м уровне напряжения 0,4 кВ в расчете на 1 км линий (руб./км); $C_{3i}^{10\text{kB}}$ - стандартизированная тарифная ставка на покрытие расходов сетевой организации на строительство кабельных линий электропередачи на 1-м уровне напряжения 10 кВ в расчете на 1 км линий (руб./км); L_i - протяженность соответствующих линий; C_{5i} - стандартизированная тарифная ставка на покрытие расходов сетевой организации на строительство комплектных трансформаторных подстанций с уровнем напряжения до 35 кВ (руб./кВт); N_i - объем максимальной мощности; C_{8i} - стандартизированная тарифная ставка на покрытие расходов сетевой организации на обеспечение средствами коммерческого учета электрической энергии (мощности) (рублей за точку учета); q - количество точек учета электрической энергии (мощности).

При расчете сделано допущение об отсутствии необходимого объема свободной мощности для технологического присоединения на ближайшей трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ. Длина кабельной линии 0,4 кВ принята равной 200 м, а 10 кВ – 400 м.

Расчет выполнен для следующих регионов: Московская, Ленинградская, Воронежская, Кемеровская области и Краснодарский край.

Результаты и обсуждение. На рис. 3 показан график изменения стоимости технологического присоединения от величины максимальной мощности для рассматриваемых регионов.

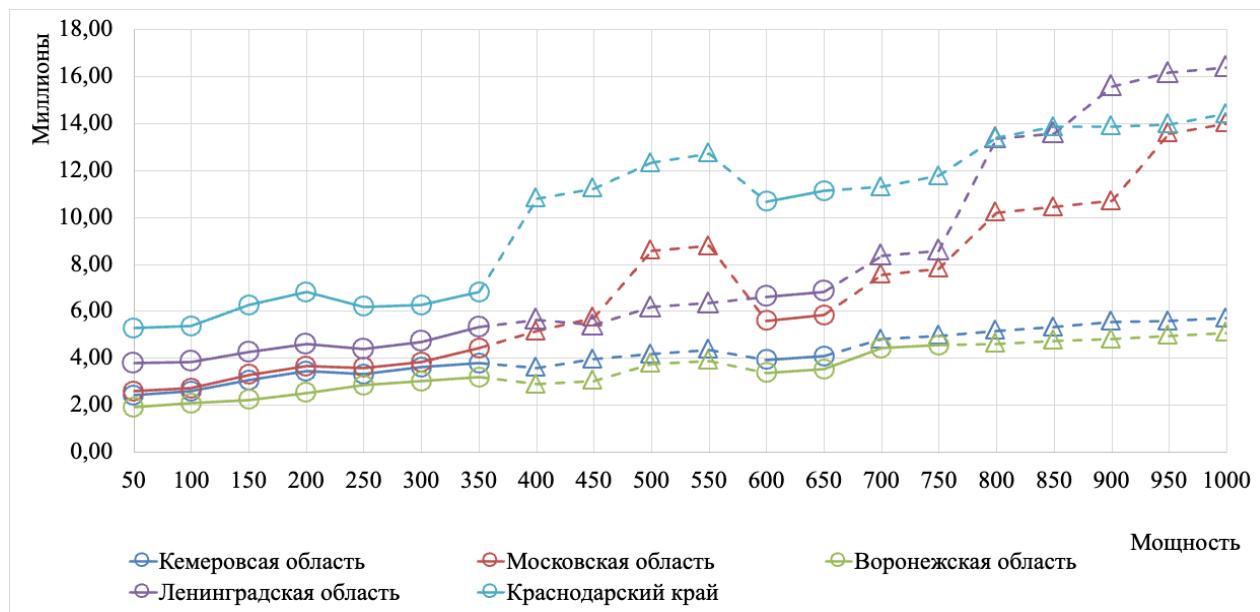


Рис. 3. Зависимость стоимость ТП от максимальной мощности

Пунктиром на рис. 3 показаны участки зависимостей, для которых в ряде регионов приходилось принимать мероприятия по строительству электросетевой инфраструктуры отличные от других регионов, по причине отсутствия необходимых стандартизованных тарифных ставок для рассматриваемых регионов.

Наименьшее значение стоимость ТП принимает для Воронежской области в среднем 3,5 млн. руб., наибольшее 10,2 млн. руб. для Краснодарского края (на 191,3% выше). Наименьший прирост стоимости ТП для пяти областей в 0,6 млн. руб. наблюдается на интервале мощности 50-100 кВт, наибольшее в 6 млн. руб. соответствует интервалу мощности 750-800 кВт.

Удельная стоимость ТП на 1 кВт для Воронежской области составляет 3,3 тыс. руб., для Кемеровской, Ленинградской и Московской областей – 3,5 тыс. руб., 13,2 тыс. руб., и 11,9 тыс. руб., соответственно, для Краснодарского края – 9,6 тыс. руб. Таким образом снижение максимальной мощности всего на 100 кВт может позволить получить экономический эффект более 1 млн. рублей в ряде регионов России.

Средняя удельная стоимость промышленных СНЭЭ составляет порядка 70-150 тыс. руб. на 1 кВт·ч [3], что превышает соответствующие удельные затраты на ТП в 5-45 раз. Если потребление максимальной мощности наблюдается в интервале более 1 часа, то потребуется увеличение емкости и стоимости СНЭЭ.

Таким образом, высокие капитальные затраты на СНЭЭ пока не позволяют применять их в качестве типового решения для ограничения максимальной мощности и затрат при ТП к электрической сети. Однако в ряде случаев, например, при большой удаленности потребителей от центров питания, использование СНЭЭ может оказаться рентабельным. Кроме того, зависимость стоимости ТП от максимальной мощности носит нелинейный характер. Как было отмечено выше, в некоторых случаях небольшое изменение максимальной мощности может приводить к большому приросту затрат на ТП за счет необходимости применения кабелей большего сечения и/или трансформаторных подстанций с большей номинальной мощностью. В данных случаях применение СНЭЭ также может быть оправданным.

Также необходимо учитывать возможность получения дополнительного дохода от использования СНЭЭ за счет арбитража цен на электроэнергию и мощность, обеспечения резервирования электроснабжения, управления качеством электроэнергии и т.д.

Заключение. В работе выполнен расчёт стоимости ТП потребителя с максимальной мощностью от 50 кВт до 1000 кВт для пяти регионов России.

На основании полученных результатов установлено, что средняя удельная стоимость ТП на 1 кВт между регионами изменяется в пределах от 3,3 до 13,2 тыс. руб. и имеет нелинейный характер изменения в зависимости от максимальной мощности.

Использование СНЭЭ для снижения максимальной мощности при ТП в настоящее время может быть оправдано в регионах с высокими тарифами на ТП в отдельных случаях: большая удаленность потребителя от существующих центров питания; большой наклон зависимости стоимости ТП от максимальной мощности.

Благодарности: исследование выполнено при финансовой поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№ 075-03-2024-082-2).

Список литературы:

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. N 458-р О внесении изменений в распоряжение Правительства РФ от 3 марта 2022 г. N 402-р [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408531287/> (дата обращения: 26.03.2024)
2. Рэнкинг субъектов Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <https://publications.hse.ru/pubs/share/direct/857078618.pdf> (дата обращения: 26.03.2024)
3. Тариф [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5651782/> (дата обращения: 26.03.2024)

4. Тарифы на технологическое присоединение к сетям АО «Электросети Кубани» на 2024 год [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kubels.ru/09-01-2024/tarify-na-tehnologicheskoe-prisoedinenie-k-setyam-ao-elektroseti-kubani-na-2024-god/> (дата обращения: 26.03.2024)

5. Комитет по тарифам и ценовой политике Ленинградской области [Электронный ресурс]. URL: <https://tarif.lenobl.ru/ru/tarif/tarify-na-tehnologicheskoe-prisoedinenie-k-setyam-inzhenernyh-kommunik/elektroenergetika/2024-god/> (дата обращения: 26.03.2024)

6. Тариф на технологическое присоединение по Московской области [Электронный ресурс]. URL: https://rossetimr.ru/client/tariffs/tex_connection/tariff_area/ (дата обращения: 26.03.2024)

7. Размер платы за технологическое присоединение [Электронный ресурс]. URL: http://vrnges.ru/customers/tehnologicheskoe_prisoedinenie/razmer_platy_za_tehnologicheskoe_prisoedinenie/ (дата обращения: 26.03.2024)

8. Тарифы на технологическое присоединение [Электронный ресурс]. URL: https://ooo-kenk.ru/tarif_tp.html (дата обращения: 26.03.2024)

Информация об авторах:

Лиляева Ангелина Алексеевна, студент гр. ЭПб-221, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, 222075@kuzstu.ru

Воронин Вячеслав Андреевич, доцент кафедры ЭГПП, старший научный сотрудник НИЛ ЦПМСК, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, voroninva@kuzstu.ru