

**Александр Александрович Федорченко**, Магистрант,  
ФГБОУ ВО «Сахалинский государственный университет»,  
г. Южно-Сахалинск

Aleksandr A. Fedorchenko, Master's degree student,  
Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk

## **СИСТЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ И ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ (СНЭ):**

### **ОБЗОР И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

#### **В САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

## **ENERGY STORAGE SYSTEMS (ESS): A REVIEW AND PROSPECTS**

### **FOR USING IN THE SAKHALIN REGION**

**Аннотация.** В статье рассматриваются современные технологии накопления и хранения электроэнергии, а также российский и зарубежный опыт их применения. Интерес к данной теме связан с перспективами внедрения систем накопления и хранения энергии (СНЭ) в изолированную энергосистему Сахалинской области для повышения качества электроснабжения и обеспечения безаварийного цикла работы.

**Abstract.** This article discusses the experience of energy storage systems (ESS) usage in Russia Federation and abroad. The interest in this topic was associated with the prospects of introducing energy storage systems (ESS) into the isolated power system of the Sakhalin Region in order to improve the quality of power supply and ensure an accident-free operation.

**Ключевые слова:** возобновляемый источник энергии (ВИЭ), системы накопления энергии (СНЭ), гибридная электростанция, энергетический комплекс, изолированная энергосистема.

**Keywords:** renewable energy source; energy storage system (ESS); hybrid power plant; energy complex; isolated power system.



**Введение.** Использование систем накопления и хранения энергии обоснованно считается одним из ключевых технологических направлений в области внедрения современных высоких технологий передачи электроэнергии и распределенных интеллектуальных энергосистем [1]. Способность накопителей энергии измерять мощность выдачи и потребления энергии позволяет обеспечивать баланс генерации и потребления электроэнергии, что делает их незаменимыми в вопросах оптимизации энергопотребления.

Актуальность темы исследования обусловлена проблемой неравномерной электрической нагрузкой на современную энергосистему. Так, суточный график нагрузки включает несколько выраженных пиковых показателей, зоны сниженной нагрузки между пиками, а также ночные провалы, когда наблюдается глубокое снижение нагрузки [2]. Такая неравномерность отражается на потребителе и поставщике электроэнергии, потому что губительно влияет на срок службы оборудования и электрических сетей.

Вторая проблема, подтверждающая актуальность темы исследования, связана со стратегией развития «зеленой» энергетики в Сахалинской области [3]. Как известно, использование возобновляемых источников (ВИЭ) для генерации энергии носит нерегулярный характер. В этой связи особенно остро встает вопрос внедрения технологий накопления и хранения энергии для обеспечения резервного питания ветряных и солнечных электростанций при отсутствии благоприятных погодных условий для генерации энергии [4].

Целью работы является изучение способности СНЭ технологий повысить степень надежности и эффективности энергетического комплекса Сахалинской области за счет регулирования графиков нагрузки [2].

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи исследования:

1. Проанализировать опыт применения систем накопления электроэнергии на территории Российской Федерации и за рубежом.

2. Определить возможные области применения СНЭ в энергетическом комплексе Сахалинской области.



**Материалы и методы.** Исследование основано на анализе актуальных научно-технических публикаций российских и иностранных изданий, посвященных вопросам применения систем хранения и накопления энергии.

**Результаты и обсуждение.** Накопители энергии обладают способностью измерять мощность выдачи или потребления энергии практически мгновенно [5]. Так, Ю.П. Гусев и П.В. Субботин отмечают, что использование СНЭ в составе энергосистемы позволяет обеспечивать динамическую устойчивость синхронного генератора электростанции через безынерционное управляющее воздействие на мощности накопителя энергии [2]. Д.К.Пермякова подчеркивает, что интеграция накопителей электроэнергии с привычной энергосистемой ГТЭС позволяет оптимизировать ее работу и при подключении к интеллектуальной системе разрешает спрогнозировать спрос и необходимую возобновляемую генерацию [4].

Также, опыт показывает, что применение СНЭ с возобновляемыми источниками энергии (ВИЭ) позволяет обеспечить управление потоками мощности от ВИЭ путем компенсации негарантированной мощности выдачи [6, 7]. Таким образом, можно особо подчеркнуть, что СНЭ представляет собой многокомпонентное устройство, которое способно решать несколько задач одновременно.

Рассматривая международный опыт использования систем накопления энергии, стоит заметить, что США в числе первых начали успешно реализовывать СНЭ в своих проектах с 2010 года, далее присоединились Китай и Великобритания — в 2015-м, а Австралия в 2017-м.

Многие развитые экономики стремительно наращивают мощности ВИЭ. Так, Голландия ввела в эксплуатацию гибридную систему хранения энергии, позволяющую компенсировать негарантированную мощность выдачи ВИЭ и стабилизировать частоты в энергосистеме [5]. А в 2024 году компания Shell Energy реализует на окраине Мельбурна в Австралии один из наиболее мощных СНЭ проектов, который будет способен обеспечить энергией около 80 тысяч домохозяйств в течение часа пиковых нагрузок [8]. Повсеместно, Shell Energy



вместе с AMPYR планирует установку более крупных батарей в Веллингтоне (500 МВт/1000 МВт\*ч), данная интеграция с существующей энергосистемой позволит смягчить колебания нагрузки в электрическом снабжении, поступающем из новых ВИЭ, а также обеспечит безопасность и бесперебойность работы системы [9].

Говоря о российском опыте применения СНЭ, стоит обратить особое внимание на тот факт, что процесс формирования национальной промышленности СНЭ запущен с существенным опозданием [10]. Среди отечественных инновационных проектов особое место занимает создание накопителей энергии для гибридных солнечно-дизельных энергоустановок компании "Хевел". Данные системы были разработаны Новосибирским предприятием "Системы накопления энергии" в сотрудничестве с учеными Новосибирского государственного технического университета (НГТУ) для использования в отдаленных поселках Красноярского края и Чукотского полуострова [11]. В такой СНЭ накопитель состоит из литий-железо фосфатных аккумуляторов мощностью от 100 кВт до десятков МВт, что позволяет компенсировать нерегулярность выработки электроэнергии ВИЭ. Подобное оборудование уже было установлено на Бурзянской солнечной электростанции в Башкирии и в Республике Тыва. Специально для работы данными СНЭ «Хевел» разработало программное обеспечение, способное обеспечить контроль за процессом генерации энергии и спрогнозировать мощность выработки солнечной электростанции. В частности, в ситуациях, когда отсутствие солнечной погоды не позволяет станции накапливать энергию или она быстро расходуется - дизельные генераторы запускаются автоматически. А запуск госкорпорацией «Россети» совместно с «Хевел» автономной гибридной энергоустановки в Забайкалье доказал, что жители удаленных сел теперь могут получать стабильное энергоснабжение 24/7/365. Кроме того, использование гибридной установки позволило сэкономить значительные объемы дизельного топлива и, что более важно, устранило необходимость в строительстве линий электропередачи в отдаленные районы [12].



Одна из крупнейших российских генерирующих компаний «РусГидро» ввела в эксплуатацию четыре автоматизированные ВИЭ-энергокомплекса общей мощностью 7,2 МВт в отдаленном районе Якутии. Таким образом, в Якутии уже успешно функционируют 22 солнечных электростанции, а за полярным кругом - в поселке Тикси еще и ветродизельный комплекс. Также, на Дальнем Востоке были успешно реализованы проекты по вводу в эксплуатацию ветроэлектростанций на Камчатке (с. Никольское и п. Усть-Камчатск) и Сахалине (с. Новиково) [13].

Таким образом, на сегодня уже известны отечественные разработки мирового уровня в сфере СНЭ, однако, как отмечает Минпромторг - спрос на подобные решения все еще остается на сравнительно низком уровне [12]. Потенциал применения СНЭ остается недооценен, так как наиболее часто их применение рассматривается в контексте ВЭИ. Однако в реальности, внедрение СНЭ технологий предлагает широкий спектр возможностей для всего электроэнергетического сектора [4].

За счет территориальной удаленности многочисленных населенных пунктов – применение СНЭ технологий на территории Российской Федерации может иметь широкий охват. В частности, особо можно выделить уникальный случай энергосистемы Сахалинской области, которая абсолютно изолирована от Единой энергетической системы России. Учитывая островное расположение, а также сложные природно-климатические условия региона, особенно важно предъявлять высокие требования к надежности и качеству обеспечения электроэнергией потребителей. Так, в случае возникновения аварийных ситуаций, изолированность энергосистемы не позволит восполнить дефицит электроэнергии приобретением у стороннего поставщика. Неутешительно и то, что показатель износа общих производственных фондов Сахалинской энергосистемы достаточно высокий: в среднем этот показатель составляет более 50 % [14].

По территориальному признаку электроэнергетическая система региона делится на Северный, Центральный и децентрализованные энергорайоны, а



также объекты ПАО «Сахалинэнерго», которые обеспечивают электрической энергией южные и центральные районы острова Сахалин. Объекты генерации энергии работают на природном газе, буром угле и мазуте.

Также в области существуют автономные генерирующие объекты, построенные в рамках реализации нефтегазовых проектов «Сахалин-1» и «Сахалин-2» и обеспечивающие собственные нужды и непрерывность технологических процессов добычи, подготовки и переработки нефти и газа.

В децентрализованных энергорайонах размещены 26 электростанций, из которых 21 дизельная (газовая) электростанция. В настоящее время ВЭИ используются незначительно - две ветродизельные электростанции работают вблизи села Новиково на юге Сахалина и на Кунашире. На данных объектах ветер играет лишь вспомогательную роль, а основной объем энергии генерируется за счет работы дизельных генераторов. Также на острове Парамушир работают две мини гидроэлектростанции суммарной мощностью около 1,5 мегаватт, а на Итурупе работает станция, генерирующая электричество из энергии солнца. Данные объекты работают обособлено от основной энергосистемы региона, их суммарная мощность составляет 91,3 МВт [15].

Правительством Сахалинской области была разработана стратегия дальнейшего развития энергетического комплекса региона в соответствии с актуальной для глобальной экономики «зеленой повесткой». Согласно плану, до 2025 года в строй будут введены 10 ветровых электростанций (ВЭС) в южных районах Сахалина и на Курильских островах. Также Правительство также озвучило проекты ввода в эксплуатацию объектов геотермальной энергетики.

**Заключение.** Проанализировав различные аспекты применения систем накопления и хранения электроэнергии в России и за рубежом, стоит выделить то огромное значение, которое СНЭ имеет в условиях растущих инвестиций в ВИЭ. Существующие в России малочисленные проекты применения СНЭ с гибридными установками продемонстрировали эффективность – их



применение в децентрализованных районах и на удаленных территориях позволило обеспечить непрерывное энергоснабжение.

Исследования показывают, что интеграция СНЭ даже в традиционную систему электроснабжения позволяет использовать накопители электроэнергии в качестве «бесперебойников» [12]. Таким образом, неравномерная электрическая нагрузка на энергосистему, вследствие которой наблюдается интенсивный износ основного и вспомогательного оборудования, может быть сокращена [7].

Рассмотрев вышеперечисленные свойства СНЭ можно сделать вывод, что повсеместное внедрение данных систем будет способствовать повышению надежности энергетической системы, улучшит качество генерируемой энергии, а также снизит нагрузку на электрические сети и электрооборудование в Сахалинской области. А также, строительство гибридных электростанций оснащенных СНЭ, позволит снизить затраты на приобретение и доставку дизельного топлива [6].

К тому же, консолидированный спрос создаст благоприятные условия отечественным производителям СНЭ технологий для дальнейшего развития отрасли и созданию конкурентноспособных решений.

#### *Список литературы:*

1. Ховалова Т.В., Жолнерчик С.С. Эффекты внедрения интеллектуальных электроэнергетических сетей // СРРМ. 2018. №2 (107). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effekty-vnedreniya-intellektualnyh-elektroenergeticheskikh-setey> (дата обращения: 20.04.2023). – Текст: электронный.
2. Гусев Ю. П., Субботин П. В. Разработка усовершенствованной методики выбора параметров и мест размещения систем накопления электроэнергии в распределительных электрических сетях // Вестник ЮУрГУ. Серия: Энергетика. 2019. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-usovershenstvovannoy-metodiki-vybora-parametrov-i-mest-razmescheniya-sistem>



[nakopleniya-elektroenergii-v-raspredelitelnyh](#) (дата обращения: 19.04.2023). – Текст: электронный.

3. Сахалинская область взяла курс на «зеленое» развитие электроэнергетики – Текст: электронный // Энергетика и промышленность России: интернет-портал. – URL: <https://www.eprussia.ru/news/base/2022/2430990.htm> (дата обращения: 25.02.2023).

4. Пермякова Д. К. Развитие технологий накопления и хранения энергии – основа для распространения ВИЭ / Д. К. Пермякова. – Текст: электронный // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Атомная энергетика: материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной памяти профессора Данилова Н. И. (1945–2015) – Даниловских чтений (Екатеринбург, 09–13 декабря 2019 г.). — Екатеринбург: УрФУ, 2019. — С. 625-628. URL: [elar.urfu.ru](http://elar.urfu.ru) (дата обращения: 18.03.2023).

5. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» институт энергетике: официальный сайт. Накопители энергии. URL: <https://energy.hse.ru/accenergy> (дата обращения: 01.03.2023). – Текст: электронный.

6. Зырянов В. М., Кирьянова Н.Г., Коротков И.Ю., Нестеренко Г.Б., Пранкевич Г.А. Системы накопления энергии: российский и зарубежный опыт. // ЭП. 2020. №6 (148). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemy-nakopleniya-energii-rossiyskiy-i-zarubezhnyy-opyt> (дата обращения: 22.04.2023). – Текст: электронный.

7. Шапошников Д., Батраков А. Как технологии накопления энергии изменят мир. - Текст: электронный//РБК: интернет-портал. - 2017. - № 8 (2505) - URL: <https://www.rbc.ru/newspaper/2017/01/19/587e404e9a7947208a047c9d> (дата обращения: 02.03.2023).

8. Shell Energy and GIG partner on 400MWh Rangebank BESS. - Electronic text//Energy Source Distribution - 2023. - URL: <https://esdnews.com.au/shell-energy-and-gig-partner-on-400mwh-rangebank-bess/> (Date of access: 21/02/2023)





9. AMPYR Official web-site, AMPYR and Shell Energy to jointly develop, own and operate a 500 MW / 1,000 MWh battery energy storage system in Wellington, New South Wales.- Electronic text. - 2022. - URL: <https://www.ampyrenergy.com/2022/10/13/ampyr-and-shell-energy-to-jointly-develop-own-and-operate-a-500-mw-1000-mwh-battery-energy-storage-system-in-wellington-new-south-wales/> (Date of access: 25/02/2023)

10. Восканян Е. Планы есть, а спроса нет. Эксперты – о перспективах развития систем накопления энергии в РФ - Текст: электронный//Энергетика и промышленность России: интернет-портал. - 2022. - № 05-06 (433-434) - URL: <https://www.eprussia.ru/epr/433-434/7212072.htm> (дата обращения: 02.03.2023).

11. Минобрнауки России: официальный сайт. Новосибирские инженеры и ученые представили первые отечественные накопители энергии большой мощности, которые могут использоваться в качестве «бесперебойников для городов». URL: <https://www.minobrnauki.gov.ru/press-center/news/nauka-i-obrazovanie/23007/> (дата обращения: 06.03.2023). – Текст: электронный.

12. Созданные в Новосибирске накопители энергии установят на гибридных электростанциях Чукотки //ТАСС: интернет-портал. - 2020. - URL: <https://nauka.tass.ru/nauka/8941793> (дата обращения: 05.03.2023).

13. РусГидро: официальный сайт. РусГидро ввело в эксплуатацию четыре современных ВИЭ-энергокомплекса в Якутии. URL:<http://www.rushydro.ru/press/news/118299.html> (дата обращения: 01.03.2023). – Текст: электронный.

14. Пономаренко Р.В. Развитие энергосистемы Сахалинской области // Экономика и управление: анализ тенденций и перспектив развития. 2015. №20. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-energosisitemy-sahalinskoy-oblasti> (дата обращения: 05.04.2023). – Текст: электронный.

15. Официальный сайт Губернатора и Правительства Сахалинской области. Электроэнергетика. URL: <https://sakhalin.gov.ru/index.php?id=161> (дата обращения: 01.03.2023). – Текст: электронный.

16. Указ Губернатора Сахалинской области от 30.04.2020 № 37 "Об утверждении Схемы и Программы развития электроэнергетики Сахалинской



области на 2020 - 2024 годы» Доступ из официального интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/6500202005070011?index=170&rangeSize=10> (дата обращения: 18.03.2023).–  
Текст: электронный.

