

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ГЕНЕРАЦИИ И НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ НА УДАЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Головин И.Н.

Институт нефтепереработки и нефтехимии

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,

Салават, e-mail: golovin-igor-nikolaevich@mail.ru

Статья посвящена определению места возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в мире. Использование альтернативных энергоустановок в удаленных районах может внести положительный вклад в улучшение экологической обстановки, предоставить доступ к чистой энергии и иметь экономические преимущества. Целью исследования является: повышение надежности функционирования систем электроснабжения удаленных объектов за счет разработанной методики выбора оптимальных методов генерации и накопления энергии на децентрализованных объектах. В процессе исследования была, на основе публикаций в открытой печати, проанализирована актуальность применения альтернативных источников энергии на удаленных объектах. Предложена методика выбора оптимальных методов генерации и накопления энергии на децентрализованных объектах. Она состоит из следующих этапов: формирование исходных данных о районе исследования, оценка установленной мощности электрической энергии на удаленных объектах, оценка надежности электроснабжения на удаленных объектах, анализ удаленности децентрализованных потребителей от линий электропередач, формирование альтернативных вариантов электроснабжения удаленных объектов. Разработан алгоритм многокритериальных оценок систем электроснабжения децентрализованных потребителей с использованием гибридных систем электроснабжения с ВИЭ в виде блок-схемы. Данная методика может быть использована для выбора оптимального состава оборудования гибридных систем электроснабжения (ГСЭС) различных конфигураций, территориально расположенных в любом регионе России.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, гибридные системы электроснабжения, солнечные электростанции (СЭС), ветровые электростанции (ВЭС), гидроэлектростанции (ГЭС), методика, электроэнергия, энергетическая стратегия России, удаленные объекты, оборудование ВИЭ, критерии

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR SELECTING OPTIMAL METHODS OF ENERGY GENERATION AND STORAGE AT REMOTE SITES

Golovin I.N.

Institute of Oil Refining and Petrochemistry of the Ufa State Petroleum Technical University,

Salavat, e-mail: golovin-igor-nikolaevich@mail.ru

The article is devoted to determining the place of renewable energy sources (RES) in the world. The use of alternative energy installations in remote areas can have a positive contribution to improving the environmental situation, provide access to clean energy and have economic benefits. The aim of the study is: to improve the reliability of the functioning of power supply systems of remote sites, through the developed methodology for selecting optimal methods of generation and energy storage in decentralized facilities. In the process of the research the relevance of alternative energy sources application at remote facilities was analyzed. The methodology for selecting optimal methods of energy generation and storage at decentralized sites was proposed. It consists of the following stages: formation of initial data on the study area, assessment of the installed capacity of electric power at remote sites, assessment of the reliability of power supply at remote sites, analysis of the remoteness of decentralized consumers from power lines, formation of alternative options for power supply of remote sites. The algorithm of multi-criteria evaluation of power supply systems for decentralized consumers using hybrid power supply systems with RES is developed in the form of a block diagram. This methodology can be used to select the optimal composition of equipment of hybrid power supply systems (HPSS) of various configurations, geographically located in any region of Russia.

Keywords: renewable energy sources, hybrid power supply systems, solar power plants (SPP), wind power plants (WPP), hydroelectric power plants (HPP), methodology, electricity, energy strategy of Russia, remote facilities, RES equipment, criteria

В настоящее время осуществление устойчивого доступа к энергоресурсам имеет влияние на продвижение как мирового, так и государственного экономического сектора. На текущий момент энергетика стала неотъемлемым компонентом промышленности, обеспечивающей ее стабильное развитие. Потребление энергоресурсов стало ключевым показателем экономического про-

гресса страны. Поэтому страны стремятся производить и восстанавливать различные источники энергии, ставя перед собой важную экономическую задачу.

Сегодня в мире около 80% всего спроса на энергию удовлетворяется ископаемым топливом. Однако необходимо помнить, что возобновляемые источники энергии являются гораздо более экологически чи-

стами. Вместе с тем необходимо учитывать экономическую составляющую, а именно экономическую эффективность ВИЭ. Эти ресурсы оказываются рентабельными в том случае, если они обеспечивают существенный экономический эффект относительно традиционных источников энергии.

По данным Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA), на данный момент в России имеется свыше 3 ГВт мощностей на возобновляемых источниках энергии в год, и этот показатель продолжает расти. Согласно Энергетической стратегии РФ на период до 2035 г., утвержденной Распоряжением Правительства РФ от 9 июня 2020 г. № 1523-р [1], в России запланирован выход на мощность около 15 ГВт в 2035 г.

Особую актуальность в применении ВИЭ на текущий момент получают удаленные объекты. Использование альтернативных энергоустановок может способствовать улучшению экологической обстановки в удаленных районах. Традиционные источники энергии, такие как уголь и нефть, негативно влияют на окружающую среду и здоровье людей. Альтернативные источники энергии, такие как солнечная и ветровая энергия, не производят выбросов и не загрязняют воздух и воду.

Децентрализованное энергоснабжение также увеличивает надежность системы. В случае аварии или отключения централизованной энергетической сети местные альтернативные установки могут продолжать обеспечивать энергией отдельные дома или районы. Это особенно важно для отдаленных территорий, где восстановление энергоснабжения может занять значительное время.

При использовании альтернативных энергоустановок на удаленных территориях возникают некоторые технические и экономические проблемы. Например, стоимость установки и обслуживания альтернативных источников энергии может быть высокой, особенно в условиях удаленности и ограниченной инфраструктуры. Также на удаленных территориях может быть недостаток квалифицированных специалистов для обслуживания и ремонта альтернативных установок.

Таким образом, в настоящее время исследование оптимальных методов генерации и накопления энергии на удаленных объектах является актуальной задачей.

Материалы и методы исследования

Исследование основано на библиографическом поиске и последующем анализе научных публикаций, посвященных возобновляемым источникам энергии. Исполь-

зованы материалы из открытых источников интернета и базы данных РИНЦ. Выявлены основные критерии для разработки методики выбора оптимальных методов генерации и накопления энергии на децентрализованных объектах на основе. Получено графическое представление разработанной методики.

Результаты исследования и их обсуждение

Альтернативные источники энергии (АИЭ) представляют собой источники, которые не основываются на использовании углеродных сырьевых ресурсов, а включают в себя солнечную, ветровую, гидроэнергетику, а также геотермику, биомассу и ядерную энергетику. Использование АИЭ позволяет снизить выбросы парниковых газов и сократить негативное воздействие на окружающую среду, включая загрязнение воздуха, земли и воды, а также уменьшить зависимость от импорта углеродного сырья.

В нашей стране разработана «Энергетическая стратегия России на период до 2035 года» [1]. В ней сказано, что задачей энергетики, основанной на использовании возобновляемых источников энергии, является повышение эффективности энергоснабжения удаленных и изолированных территорий на основе использования возобновляемых источников энергии.

В комплекс ключевых мер, обеспечивающих решение задачи повышения эффективности энергоснабжения удаленных и изолированных территорий на основе использования возобновляемых источников энергии, входят:

- совершенствование национальных стандартов, касающихся возобновляемых источников энергии, с учетом лучших мировых практик;
- поддержка российского экспорта оборудования и оказания услуг по проектированию, строительству, эксплуатации и сервисному обслуживанию генерирующих объектов на базе возобновляемых источников энергии за рубежом;
- совершенствование механизмов стимулирования развития возобновляемой энергетики на среднесрочную и долгосрочную перспективу;
- стимулирование добровольного спроса на электрическую энергию, выработанную на основе возобновляемых источников энергии.

Показателем решения задачи повышения эффективности энергоснабжения удаленных и изолированных территорий на основе использования возобновляемых источников

энергии является снижение экономически обоснованных затрат на производство 1 кВт·ч электрической энергии на территориях децентрализованного электроснабжения, процент к уровню базового года.

Одним из главных факторов, которые необходимо учесть при выборе оптимального варианта проекта возобновляемой энергетики, являются природные условия [2, с. 283–285]. Например, при выборе места для установки солнечных панелей необходимо учитывать количество солнечной энергии, которое можно получить в данном районе, а при выборе места для ветряных электростанций следует учитывать скорость и направление ветра.

Также следует учитывать различные компоновки системы. Например, при проектировании гидроэлектростанций возможны различные варианты расположения турбин, аккумуляторов и гидротехнических сооружений, и необходимо выбрать оптимальный вариант, который будет обеспечивать максимальную эффективность генерации энергии.

Еще одним важным фактором при выборе оптимального варианта проекта является состав системы [3, с. 331–333; 4]. Например, при проектировании геотермальных электростанций необходимо выбрать оптимальный тип геотермального источника (например, горячие источники, гидротермальные резервуары или геотермальные поля), а также определить оптимальный способ производства работ.

Также следует учитывать взаимодействие объектов возобновляемой энергетики с окружающей средой. Например, при проектировании парков солнечных батарей необходимо учитывать возможные воздействия на животный и растительный мир, а при проектировании гидроэлектростанций – влияние на речные и морские экосистемы.

Все эти факторы требуют серии последовательных уточняющих расчетов, которые позволяют выбрать оптимальный вариант проекта. При этом необходимо учитывать не только экономические показатели, такие как стоимость проекта и потенциальные доходы, но и экологические факторы, социальное воздействие и возможности интеграции с существующей энергетической системой [5, с. 66–74].

Основными критериями для разработки методики выбора оптимальных методов генерации и накопления энергии на основе ВИЭ были выбраны:

– климатические условия (скорость ветра (м/с), инсоляция кВт/м², наличие естественных и искусственных водотоков, наличие геотермальных источников и т.д.);

– географические (удаленность от централизованной системы энергоснабжения, удаленность от поставщиков органического топлива, минимальное расстояние от установки до населенных пунктов и т.д.);

– технико-экономические (цена оборудования, стоимость транспортировки и монтажа оборудования, срок эксплуатации оборудования, состояние энергогенерирующего оборудования, КПД, тарифы на электроэнергию по традиционным источникам энергии и т.д.) [6].

В настоящее время одним из перспективных способов повышения надежности и эффективности электроснабжения потребителей, территориально расположенных в районах, удаленных от центральной электрической сети, является применение гибридных электроэнергетических систем с возобновляемыми источниками энергии.

В результате вышеприведенного анализа разработана многокритериальная оценка систем электроснабжения децентрализованных потребителей. Она состоит из следующих этапов:

– формирование исходных данных о районе исследования;

– оценка установленной мощности электрической энергии на удаленных объектах;

– оценка надежности электроснабжения на удаленных объектах;

– анализ удаленности децентрализованных потребителей от линий электропередач;

– формирование альтернативных вариантов электроснабжения удаленных объектов.

Многокритериальная оценка систем электроснабжения децентрализованных потребителей с использованием гибридных систем электроснабжения с ВИЭ (в виде блок-схемы) представлена на рис. 1 [6].

Оптимизация состава оборудования гибридных систем электроснабжения с альтернативными источниками энергии происходит в несколько этапов.

На первом этапе расчетов формируются временные ряды климатических данных (солнечной радиации, скорости ветра), представлены на рис. 2 – суточная и на рис. 3 – годовая энергетическая составляющая для СЭС, ВЭС и ГЭС. Исходными данными для выполнения первого этапа программы являются данные метеорологических сайтов и базы данных.

На следующем этапе производится расчет значений целевой мощности, которая является основной характеристикой электроэнергетической системы. Для этого учитываются текущие показатели нагрузки, возможные резервы по подключению новых потребителей, а также факторы, влияющие на энергопотребление.

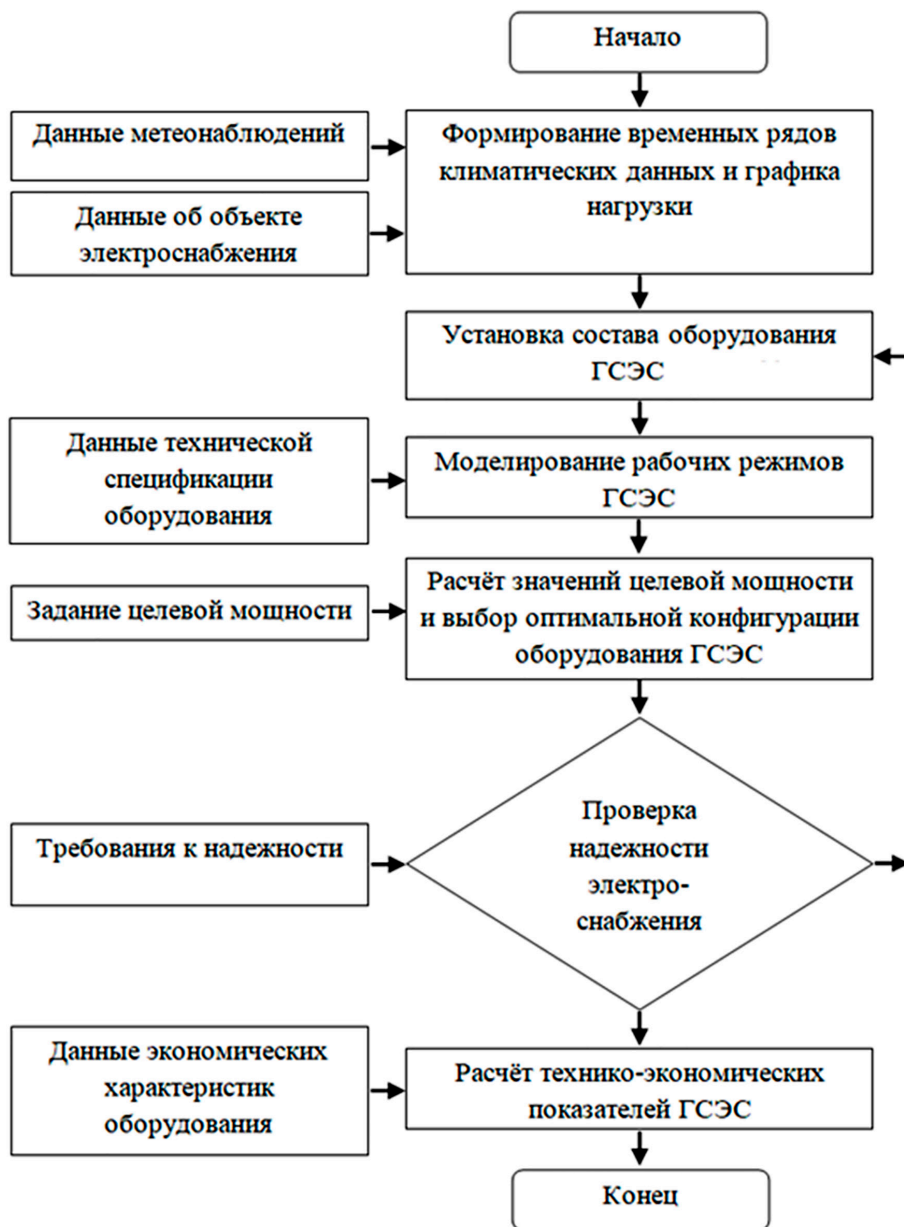


Рис. 1. Блок-схема многокритериальной оценки систем электроснабжения децентрализованных потребителей с использованием гибридных систем электроснабжения с ВИЭ

После расчета целевой мощности производится выбор оптимальной конфигурации оборудования для ГСЭС. Здесь учитываются факторы, такие как стоимость и эффективность различных видов оборудования, возможность его установки и эксплуатации, а также потенциальная совместимость с другими элементами системы.

Построение графиков электрических нагрузок осуществляется с использованием вероятностно-статистической модели электрических нагрузок децентрализованного потребителя. Это позволяет учесть случайные флуктуации в потреблении электроэнергии

и определить наиболее вероятные значения нагрузки в различных временных интервалах.

В результате моделирования рабочих режимов и расчета значений целевой мощности определяются технические показатели проектируемой электроэнергетической системы. Эти показатели могут включать в себя информацию о мощности, напряжении, частоте электрической сети, а также о пропускной способности и эффективности оборудования. Все это позволяет определить необходимые характеристики для правильного функционирования ГСЭС и обеспечения электроэнергетического баланса.

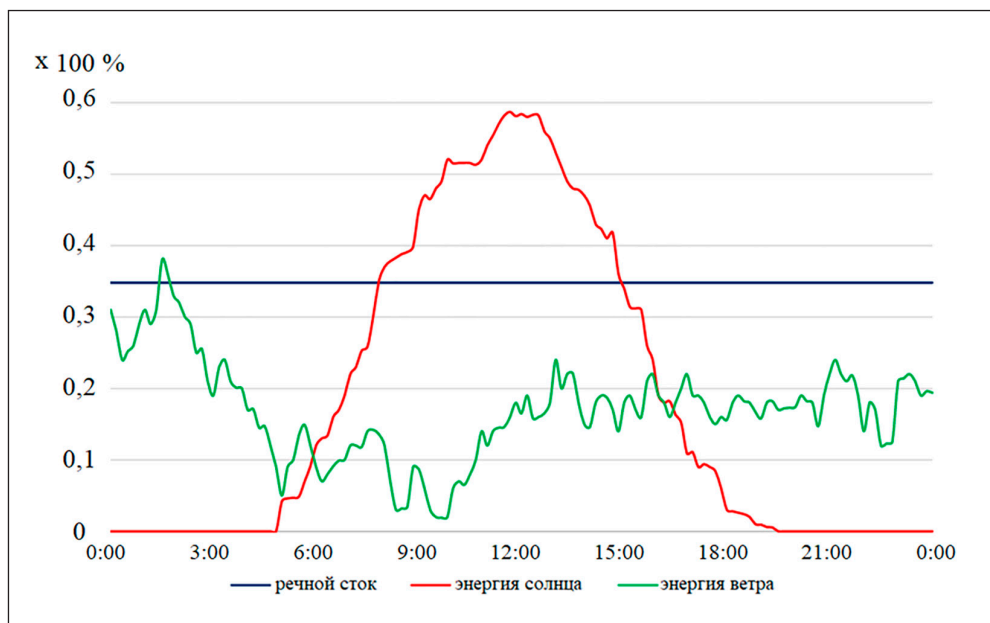


Рис. 2. Суточная энергетическая составляющая для СЭС, ВЭС и ГЭС

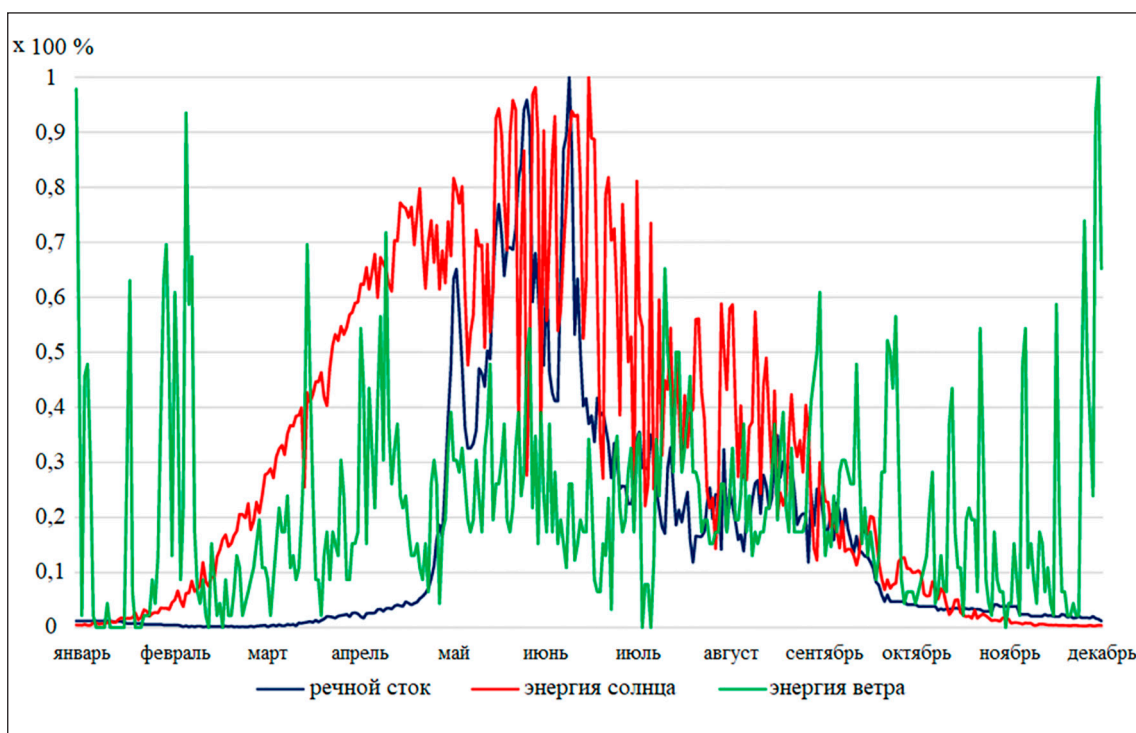


Рис. 3. Годовая энергетическая составляющая для СЭС, ВЭС и ГЭС

После чего производится проверка надежности системы электроснабжения децентрализованных потребителей на основании предъявляемых требований надежности объектов. На заключительном этапе выполняется расчет технико-экономиче-

ских показателей ГЭС по данным экономических характеристик оборудования.

Заключение

Исходя из проведенного анализа, была реализована методика, которая может быть

использована при проектировании новых систем электроснабжения децентрализованных объектов на базе возобновляемых источников энергии. Методика учитывает вариации спроса на электроэнергию в разные сезоны. Она позволяет повысить эффективность использования возобновляемых источников энергии, снизить затраты на производство электроэнергии и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 9 июня 2020 г. № 1523-р.
2. Головин И.Н., Головина Е.Ю., Миронова И.С. Использование альтернативных источников питания и накопителей энергии на удаленных объектах // Интеграция науки и образования в вузах нефтегазового профиля – 2022. Передовые технологии и современные тенденции: материалы Международной научно-методической конференции /

Под ред. Н.Г. Евдокимова и др. Уфа: Издательство УГНТУ, 2022. 722 с.

3. Головин И.Н., Головина Е.Ю., Баширова Э.М. Альтернативная энергетика: состояние и перспективы // Интеграция науки и образования в вузах нефтегазового профиля – 2022. Передовые технологии и современные тенденции: материалы Международной научно-методической конференции / Под ред. Н.Г. Евдокимова и др. Уфа: Издательство УГНТУ, 2022. 722 с.

4. Башкин В.Н. Роль геополитических, климатических и технологических факторов в соотношении возобновляемых и ископаемых источников энергии // Жизнь Земли. 2021. № 3. С. 314-327.

5. Тагаева Т.О., Казанцева Л.К. Возобновляемые источники энергии в мировой и российской экономике // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2021. Т. 3. № 1. URL: <https://sgugit.ru/geosibir/congress/sborniki/collections-of-materials-of-international-scientific-conference-interexpo-geo-siberia-2021/> (дата обращения: 30.11.2023).

6. Лукутин Б.В., Муравлев И.О., Плотников И.А. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями: учебное пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. 128 с.