УДК 621.311

РАЗВИТИЕ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ ТЕРРИТОРИАЛЬНО ИЗОЛИРОВАННЫХ РАЙОНОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ВИЭ

DEVELOPMENT OF THE ENERGY SYSTEM OF TERRITORIALLY ISOLATED REGIONS OF THE FAR EAST USING RENEWABLE ENERGY SOURCES

Музыченко Валерий Евгеньевич
студент 1 курса аспирантуры
энергетического факультета,
Амурский государственный университет
Valera.154@bk.ru

Аннотация. В данной статье представлены сравнения трех вариантов решения проблемы генерации, это гибридная водородно-солнечная с применением ветровых генераторов станция, плавучая атомная станция, малые гидроэлектростанции, выбран наиболее перспективный вариант по технико-экономическому сравнению, предложены применение цифровых технологий на электрической станции.

Ключевые слова: ВИЭ (возобновляемые источники энергии), Дальний Восток, цифровая электрическая станция, малая ГЭС, АСУ (автоматизированная система управления).

Muzychenko Valery Evgenievich
First-year Postgraduate Student
at the Faculty of Energy,
Amur State University
Valera.154@bk.ru

Annotation. This article presents a comparison of three options for solving the generation problem: a hybrid hydrogen-solar station using wind generators, a floating nuclear power plant, small hydroelectric power stations, the most promising option for technical and economic comparison was selected, and the use of digital technologies at the power station was proposed.

Keywords: RES (renewable energy sources), Far East, digital power plant, small hydroelectric power station, automated control system (automated control system).

Экономика Дальнего Востока стремительно растет, что в свою очередь приводит к дефициту электрической мощности, согласно расчетам аналитиков, к 2030 году дефицит мощности оценивается не менее чем в 3 гигаватта. Разработана программа модернизации энергетики Дальнего Востока, в которой большую значимость имеет развитие энергосистемы территориально изолированных районов, путем создание дополнительной генерации электрической энергии, в связи с необходимостью добычи полезных ископаемых. Сопоставив современное состояние электроэнергетики и стратегии развития энергетики Дальнего Востока можно сделать вывод, о необходимости развития малых ГЭС и электростанций, работающих на возобновляемых источниках энергии; применения цифровых технологий; реконструкции существующих объектов и развития водородной энергетики. Для поиска оптимального решения проблемы генерации электрической энергии территориально изолированных энергосистем Дальнего Востока, были предложены три варианта.

1. Водородно-солнечная с применением ветровых генераторов электрическая станция

Принцип работы данной станции заключается в следующим, электроэнергия, выработанная солнечными и ветровыми станциями, расходуется на обеспечения электроснабжением потребителей, производства водорода с помощью электролизера, и накопления энергии в литий-ионных аккумуляторах, далее уже выработанный водород можно использовать для обеспечение топливом транспорта, металлургических заводов или расходовать на производство электроэнергии.

Мощность данной электрической станции можно установить любой, в зависимости от количества солнечных и ветряных установок.

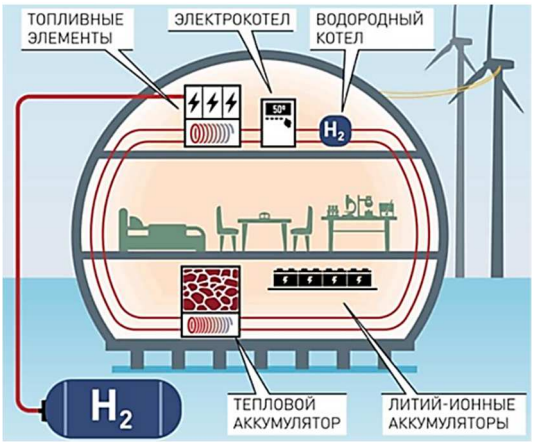

Рисунок 1 – Схема гибридной электрической станции

Процесс производства электроэнергии с помощью водорода следующий просачиваясь через пористый анод водород теряет электроны, которые уходят в электрическую энергию, а сквозь мембрану проходят катионы водорода, далее на катоде кислород ловит протон и внешний электрон образуя воду. Водород имеет высокий КПД около 60 % и плотность энергии водорода более чем в 3 раза выше, чем у традиционных источников энергии. Данная станция является перспективной, так как позволяет обеспечивать электроэнергией потребителей бесперебойно, даже вовремя отсутствия солнечных лучей и безветренной погоды, энергии накопленной в накопителях будет достаточной для производства водорода, также подбор единичного оборудования позволяет создавать электрическую станцию любой мощности [1].

2. Плавучая атомная электростанция

ПАЭС малой мощности (до 300 МВт) способны снижать тариф на электроэнергию в изолированных районах, безопасно и экологично обеспечивать электроэнергией районы вне централизованного электроснабжения, обладают легкостью встраивания в энергосистему, отсутствием необходимости в развитых сетях. Круглогодичная выработка позволяет обеспечивать электроэнергией около 100 тыс. человек.

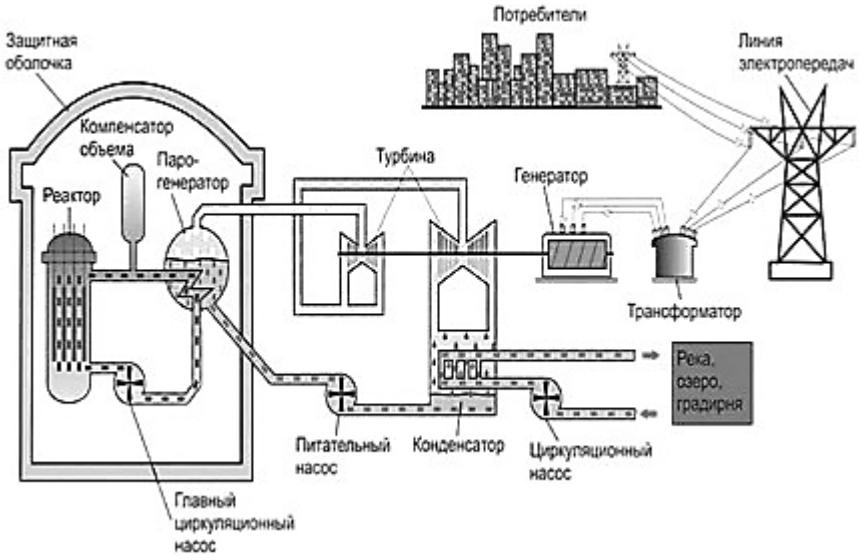

Рисунок 2 – Схема плавучей атомной электрической станции

ПАЭС состоит из плавучего энергетического блока, береговой площадки с сооружениями, обеспечивающими выдачу электрической и тепловой энергии потребителям, а также гидротехнических сооружений, обеспечивающих безопасную стоянку ПЭБ в акватории.

Мощность ПАЭС составляет 70 МВТ.

3. Малые гидроэлектростанции

Строительство малых гидроэлектростанций характеризуются отсутствием образования отходов в процессе функционирования, стабильностью и надёжностью, а также повышением гибкости управления энергосистемой изолированных районов Мощность МГЭС может достигать до 3000 кВт.

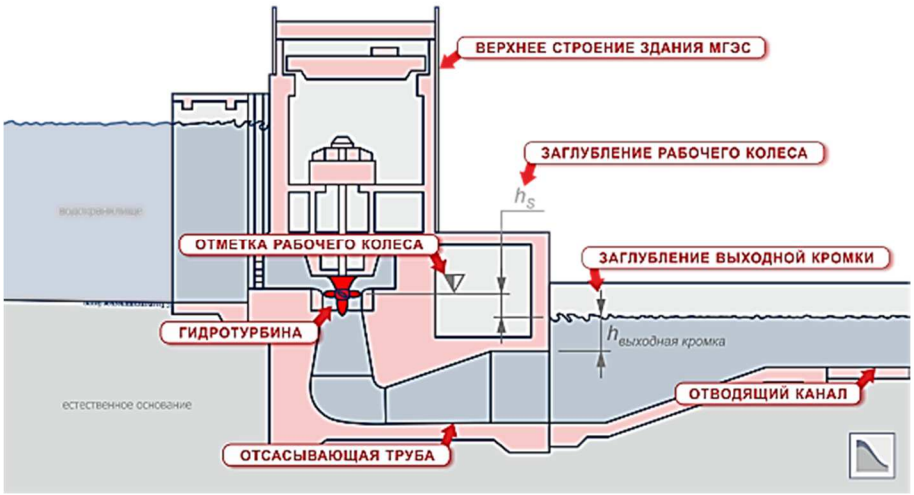

Рисунок 3 – Схема плавучей малой ГЭС электрической станции

В связи с суровым климатом в северных районах Дальнего Востока, МГЭС позволяют непрерывно производить электрическую энергию 6 месяцев в году, а срок службы может достигать до 40 лет.

4. Выбор наиболее перспективного варианта

Для выбора наиболее перспективного решения было произведено технико-экономическое сравнение трех предложенных вариантов. Для сравнения данных вариантов необходимо было привести все станции к одной мощности, 70 Мвт, данная мощность была выбрана из мощности плавучей атомной станции. Сравнения были произведены по капитальным затратам, чистому дисконтированному доходу, LCOE, нормируемой стоимости электроэнергии, коэффициенту полезного действия, индексу рентабельности, годовая выработка электроэнергии, создание рабочих мест. Сравнение представлены в таблице 1. После проведения всех расчётов наиболее перспективным оказался вариант строительство гибридной водородно-солнечной с применением ветровых генераторов электрической станции, другие варианты также имеют не мало преимуществ, и способны к реализации в определенных условиях.

Таблица 1 – Сравнения предложенных вариантов

	Решение 1	Решение 2	Решение 3
Капитальные затраты	39 млрд руб	30 млрд руб	27 млрд руб
ЧДД	2,3 млрд руб	1,57 млрд руб	0,914 млрд руб
Срок окупаемости	17 лет	19 лет	30 лет
LCOE	15 руб/кВт·ч	19 руб/кВт·ч	12 руб/кВт·ч
КПД %	60 %	30 %	40 %
Индекс рентабельности	1,05	1,02	1,04
Годовая выработка электроэнергии	473 ГВт·ч	490 ГВт·ч	234 ГВт·ч
Рабочие места, чел	400	350	116

5. Цифровые технологии на электрической станции

Для повышения эффективности управления энергообъектами, прогнозирования выработки электрической энергии от ВИЭ, повышения уровня мониторинга и сбора данных параметров энергетической системы, осуществления дистанционного управления электрической станцией, полноты модели объектов электроэнергетики, предлагается применять технологию цифровой электрической станции. Цифровая электрическая станция – это высоко автоматизированный комплекс, оснащенный цифровой защитой и автоматикой, интеллектуальной системой измерения и учета электроэнергии, АСУ ТП, системой дистанционного мониторинга и самодиагностики оборудования на основе цифровых двойников и искусственного интеллекта, регистрации аварийных событий, включаемые в цифровые и управляющие системы, функционирующие в режиме единого времени [2].

Для прогнозирования важного параметра электрической станции, а именно выработки электроэнергии, предлагается применение искусственного интеллекта на основе нейронной сети, «Прогнозирование выработки ВИЭ. Солнце» и «Прогнозирование выработки ВИЭ. Ветер» разработанного НТЦ ЕЭС Системным оператором. Разработка позволяет получать более точный прогноз и тем самым управлять воздействиями на связь солнечной и ветровой станции с системой и накопителями в зависимости от режима работы сети.

Для анализа состояния оборудования, прогнозирования необходимости вывода его в ремонт и составления графика ремонта оборудования предлагается применение искусственного интеллекта F5 PMM. Он обеспечит полный контроль оборудование и предотвратит аварийные ситуации.

Также на данный момент разрабатывается технология с применением искусственного интеллекта, предназначенная для повышения энергоэффективности солнечных панелей, путем поворота солнечного модуля. Основная её функция – определение оптимальных углов поворота и наклона солнечных панелей для максимально эффективного улавливания солнечных лучей. Принятие решений искусственный интеллект осуществляет на основе траектории движения солнца и погодных условий, а его обучение выполняется по методу глубокого обучения. В совокупности применение предложенных технологий искусственного интеллекта позволит повысить КПД и производительность солнечных батарей, а также снизить стоимость выработки электроэнергии.

Заключение

Энергодефицит, растущий на Дальнем Востоке, может затормозить стремительное развитие экономики территории, поэтому необходимо модернизировать систему энергогенерации в соответствии с темпами промышленного роста. В данной статье представлены варианты генерации территориально изолированных районов Дальнего Востока, и выбран наиболее перспективный.

Список литературы:

1. Почанин Ю.С. Водородное топливо. Производство, хранение, использование. – URL : https://www.litres.ru/book/uriy-stepanovich-poc/vodorodnoe-toplivo-proizvodstvo-hranenie-ispolzovanie-67125051/chitat-onlayn (дата обращения 10.09.2024).
2. СТО 56947007-29.240.10.299-2020 – Цифровая подстанция. Методические указания по проектированию ЦПС. – URL : https://meganorm.ru/Index2/1/4293722/4293722799.htm (дата обращения 15.09.2024).

List of references:

1. Pochanin Yu.S. Hydrogen fuel. Production, storage, use. – URL : https://www.litres.ru/book/uriy-stepanovich-poc/vodorodnoe-toplivo-proizvodstvo-hranenie-ispolzovanie-67125051/chitat-onlayn (date of application 09.10.2024).
2. STO 56947007-29.240.10.299-2020 – Digital substation. Guidelines for the design of DSPs. – URL : https://meganorm.ru/Index2/1/4293722/4293722799.htm (date of application 09.15.2024).