

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
САЯНО-ШУШЕНСКИЙ ФИЛИАЛ
Кафедра гидроэнергетики, гидроэлектростанций, электроэнергетических
систем и электрических сетей

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

«__» _____ 2021 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

**СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ
ПРОЕКТА “ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГЕКТАР” НА БАЗЕ ГИБРИДНОЙ
ДИЗЕЛЬ-ГИДРО-СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ**

13.04.02.06 Гидроэлектростанции

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Научный руководитель	_____	_____	<u>М.Ф. Носков</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата	должность, ученая степень	
Выпускник	_____		<u>М.А. Храмцов</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата		
		Руководитель ЛНН <u>Усть-Среднеканской</u> <u>ГЭС</u>	
Рецензент	_____	_____	<u>И.А. Дементьев</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата	должность	
Нормоконтроль	_____		<u>А.А. Чабанова</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата		

Саяногорск; Черёмушки 2021

АННОТАЦИЯ

Тема магистерской диссертации: «Создание системы электроснабжения для реализации проекта “Дальневосточный гектар” на базе гибридной дизель-гидро-солнечной электростанции».

Объектом исследования при написании работы послужил потенциал использования возобновляемых источников энергии в районах Дальнего Востока.

Предметом исследования является проект гибридной дизель-гидро-солнечной электростанции.

Целью работы является создание пилотного проекта гибридной дизель-гидро-солнечной электростанции, расчёт в программе Homer.

Задачи исследования:

- Анализ районов дальнего востока, выявления их основных проблем и перспектив развития;
- Провести анализ солнечной активности районов дальнего востока, выявить её максимальные и минимальные показатели;
- Провести оценку гидроресурсов местности;
- На основании полученных данных произвести расчёт;
- Моделирование работы системы в программе Homer;
- Проанализировать экономические показатели проекта.

Объём диссертации: составляет 61 страницу, 28 рисунков, 6 таблиц.

Публикации. По основным результатам опубликовано 2 печатные работы.

Ключевые слова: солнечная энергетика, себестоимость электроэнергетики, солнечная инсоляция, гибридная дизель-гидро-солнечная электростанция, фотоэлектрическая установка, возобновляемые источники энергии, дальневосточный гектар.

В магистерскую диссертацию входят: введение, шесть глав и заключение.

Во введении раскрывается актуальность исследования по выбранному направлению, указывается его значимость, ставятся цели и задачи, необходимые для её реализации.

Первая глава отражает общие сведения о проекте «Дальневосточный гектар».

Вторая глава отражает общие сведения о возобновляемых источниках энергии (ВИЭ), перспективы развития ВИЭ.

Третья глава посвящена обоснованию выбранного региона.

В четвёртая глава посвящена подбору необходимого оборудования.

В пятой главе осуществляется моделирование системы, симуляция работы гибридной дизель-гидро-солнечной электростанции в программе homer. Анализ полученных результатов.

В шестой главе осуществляется технико-экономическое обоснование.

В заключении подведены итоги о работе, проделанной в настоящей магистерской диссертации.

АВТОРЕФЕРАТ

Важнейшей характеристикой энергетики является надежность всех звеньев топливно-энергетической системы. Это влияет не только на эффективность национальной экономики, но и на самочувствие и жизнь людей, которые в случае отключения электричества оказываются один на один с природой без необходимой системы жизнеобеспечения.

Проблема надежности электроснабжения, острая для многих стран, трансформируется в энергетическую безопасность субъектов Российской Федерации. Стоимость дизельных электростанций в северных населенных пунктах на ежегодную закупку и поставку дизельного топлива для дизельных электростанций составляет более 65% от стоимости всей вырабатываемой ими электроэнергии и постоянно растет. Основные проблемами энергоснабжения децентрализованных потребителей – транспортировка топлива на большие расстояния с учетом ограниченного времени сезонной доставки в труднодоступные места. Невысокая степень становления транспортной инфраструктуры и сложность процесса доставки горючего приводят к большим потерям и неоднократному увеличению его стоимости. В децентрализованных районах общая стоимость электроэнергии достигает 40 рублей и более за 1 кВт·ч, что значительно превышает мировой уровень. Эксплуатация устарелых и изношенных физически автономных источников питания определяет их неудовлетворительное техническое положение, невысокий КПД (удельный затраты топлива для изготовления на дизельных электрических станциях в определенных точках достигает 500-600 г / кВт · ч при КПД 20-25%), собственно, что приводит к недостаточной надежности электроснабжения и необоснованно большим денежным расходам. Кроме того, за последние десять лет резко сократились объемы строительства новых линий электропередач, а реконструкция старых приостановлена. Больше 60% линий электропередач и трансформаторных подстанций вышли из строя и требуют капитального ремонта, собственно, что приводит к повторяющимся аварийным отключениям электричества, небезопасным для жизни в длительный зимний период.

Внедрение возобновляемых источников энергии (ВИЭ) позволит отчасти или же всецело поменять существующие в реальное время автономные дизельные энергосистемы (со степенью износа 70-80%), которые не обеспечивают надежного энергоснабжения изолированных потребителей и экономят дорогостоящее топливо. В настоящее время Правительство Российской Федерации активно поддерживает развитие возобновляемых источников энергии, в частности солнечной и гидроэнергетики. В целях увеличения надежности электроснабжения и эффективности энергоснабжения за счет вытеснения привезенного из-за границы органического горючего из энергетического баланса автономной энергосистемы целесообразно включить в энергобаланс регионов Дальнего Востока, изолированных от энергосистем, фотоэлектрические и гидроэлектростанции.

ABSTRACT

The most important characteristic of the power industry is the reliability of all links of the fuel and energy system. This affects not only the efficiency of the functioning of the national economy, but also the health and lives of people who, in the event of a power outage, find themselves alone with the harsh nature without the main life support system.

The problem of the reliability of power supply, which is acute for many countries, is being transformed into the energy security of the constituent entities of the Russian Federation. The cost of diesel power plants in northern settlements for the annual purchase and supply of diesel fuel for diesel power plants is more than 65% of the cost of all electricity generated by them and is constantly growing. The main problems of energy supply to decentralized consumers are long-distance transportation of fuel, taking into account the limited time of seasonal delivery to hard-to-reach areas. The low level of development of the transport infrastructure and the complexity of the fuel delivery process lead to high losses and a manifold increase in its cost. In decentralized areas, the total cost of electricity reaches 40 rubles or more per 1 kWh, which is significantly higher than the world level. The operation of outdated and physically worn out autonomous power sources determines their unsatisfactory technical position, low efficiency (specific fuel consumption for manufacturing at diesel power plants at certain points reaches 500-600 g / kWh with an efficiency of 20-25%), in fact, which leads to insufficient reliability of power supply and unreasonably high monetary costs. In addition, over the past ten years, the volume of new construction of power lines has sharply decreased, and the reconstruction of old ones has been suspended. More than 60% of power lines and transformer substations are out of order and require major repairs, in fact, which leads to repeated emergency power outages that are unsafe for life during the long winter period.

The introduction of renewable energy sources (RES) will make it possible to partially or completely replace the currently existing autonomous diesel power systems (with 70-80% wear and tear), which do not provide reliable power supply to isolated consumers and save expensive fuel. Currently, the Government of the Russian Federation actively supports the development of renewable energy sources, in particular solar and hydropower. In order to increase the reliability of power supply and the efficiency of power supply due to the displacement of organic fuel brought from abroad from the energy balance of the autonomous power system, it is advisable to include photovoltaic and hydroelectric power plants in the energy balance of the regions of the Far East isolated from power systems.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1 Общие положения программы «Дальневосточный гектар»	7
1.1 Федеральный закон Дальневосточного федерального округа	7
1.2 Цели закона и ресурсы для его исполнения	7
1.3 Получение земли	7
1.4 Права собственности	8
1.5 Выделение участков	8
1.6 Районы, которые претендуют на программу «Дальневосточный гектар»	9
1.7 О программе «Дальневосточный гектар»	10
1.8 Реализация программы «Дальневосточный гектар»	10
2 Современные энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии	12
2.1 Возобновляемые источники энергии, их особенности	12
2.2 Перспективы возобновляемой энергетики в России	13
2.3 Малые ГЭС	14
2.4 Солнечная энергетика	16
3 Выбор региона для строительства гибридной дизель-гидро-солнечной электростанции	22
3.1 Солнечная энергетика на Дальнем Востоке	22
3.2 Краткие сведения о районах, участвующих в программе «Дальневосточный гектар»	23
3.3 Выбор места установки гибридной дизель-гидро-солнечной электростанции	27
3.4 Обоснование выбора города Свободный Свободенского района для энергоснабжения	27
3.5 Исследование гидроэнергетического потенциала реки Зея	29
4 Выбор оборудования для гибридной электростанции	30
4.1 Выбор фотоэлектрической установки	30
4.2 Выбор гидроэнергетической установки	33
4.3 Выбор аккумуляторной батареи	34
4.4 Выбор инвертора	37
4.5 Выбор контроллера	38
5 Расчёт гибридной электростанции в программном комплексе	40
5.1 Общее описание окон программного комплекса «HOMER»	41
5.2 Задание исходных данных для расчёта	42
5.3 Выбор основного оборудования	45
5.4 Расчёт гибридной дизель-гидро-солнечной электростанции в программе Homer	47
6 Технико-экономическое обоснование проекта гибридной дизель-гидро-солнечной электростанции	56
Заключение	58
Список использованных источников	59

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы заключается в том, что в регионах Дальнего Востока в наше время стоимость электроэнергии очень высока, что составляет около 27 рублей/кВт · ч. Протягивать линии электропередач в отдаленные районы экономически невыгодно, так как стоимость линии за 1 км составляет от 350 000 до 550 000 рублей.

Работа посвящена созданию методологических основ проектирования комбинированной дизель-гидро-солнечной электроустановки для небольших населенных пунктов, удаленных от централизованных линий электроснабжения.

Именно вопрос энергоснабжения автономных потребителей преимущественно актуален в большинстве регионов Дальнего Востока. Эти территории располагают естественными ресурсами, возможностью совершенствовать инфраструктуру и создавать промышленность. Потребность необоснованно огромных вложений в строительство линий электропередач в сложных условиях местности и в совокупности с невысоким энергопотреблением объекта свидетельствует о значимости поиска альтернативных способов решения задачи электрификации.

Введение альтернативной энергетики на базе возобновляемых источников энергии возможно для организации надежных, иногда обслуживаемых местных систем энергоснабжения. В то же время одним из доступных, практичных и выгодных вариантов представляется гидро-солнечная электроэнергия.

Дизель-гидро-солнечные электроустановки являются относительно новым явлением в России.

Не все возможные площадки подходят для такого типа электроустановок по экономическим, техническим или экологическим причинам. При оценке пригодности объекта необходимо учитывать все аспекты его пригодности и соответствия экологическим требованиям.

Важно начать обсуждение предлагаемой разработки с местными органами власти и органами планирования, чтобы получить своевременную обратную связь о реализации их планов и определить аспекты планируемого предложения для его представления и, при необходимости, провести предварительную оценку влияния на окружающую среду, которая должна сопровождать планирование применения. Подготовка проекта может быть довольно длительным и сложным процессом, и поэтому к нему не следует относиться с пренебрежением. Услуги профессиональных организаций, консультантов и т.д. следует использовать на протяжении всего процесса.

Первоначальный выбор площадок производится, как правило, на основе нескольких возможных мест для будущей гибридной электроустановки. Основными критериями для такого предварительного отбора будут: температура окружающей среды для солнечных электроустановок, наличие реки, удаленность от потребителей и сетей, ценовая и тарифная ситуация в регионе, планы других компаний по созданию других генерирующих мощностей [1].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями: учебное пособие / Б. В. Лукутин, И. О. Муравлев, И. А. Плотников // Изд-во Томского политехнического университета, 2015 – 128 с.
2. Федеральный закон N 119-ФЗ. «Об особенностях предоставления гражданам земельных участков, находящихся в государственной или муниципальной собственности и расположенных на территориях субъектов российской федерации, входящих в состав дальневосточного федерального округа, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты российской федерации» от 01.05.2016 N 119-ФЗ (последняя редакция), 2016 [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_197427 [дата обращения 03.03.2020].
3. Цевун Л. Н. Плюсы и минусы «Дальневосточного гектара» // «Канские ведомости», апрель 2017 г. С. 8–9.
4. Виды и рейтинги экономических ресурсов [Электронный ресурс] / Экономическая библиотека. URL: <http://eclib.net/50/11.html>.
5. Энергетические ресурсы [Электронный ресурс] / Горная энциклопедия URL: <http://www.mining-enc.ru/e1/energeticheskie-resursy/>.
6. Альтернативные источники энергии в России: проблемы и перспективы [Электронный ресурс] / студенческий научный форум. URL: <http://www.scienceforum.ru/2014/502/770>.
7. Плюсы и минусы альтернативных источников энергии [Электронный ресурс] / Аллей паруса. URL: http://nsportal.ru/ap/library/nauchno-tekhnikeskoe_tvorchestvo/2014/04/08/plyusy-i-minusy-alternativnykh-istochnikov.
8. Гидроэнергия [Электронный ресурс] / энергиякрафт. URL <http://energycraft.ru/energiya-rek-ges/2010-05-13-21-19-39.html>.
9. Безруких П.П., Дегтярев В.В., Елистратов В.В., Панцхава Е.С., Петров Э.С., Пузаков В.Н., Сидоренко Г.И., Тарнижевский Б.В., Шпак А.А., and Ямпольский А.А. Справочник по ресурсам ВИЭ России и местным видам топлива. Москва: ИАЦ "Энергия", 2007. 272 pp.
10. Водные ресурсы Свободинского района: Статистический отчет администрации Свободинского района; 2004г. [Электронный ресурс] / URL: https://www.svobregion.ru/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=28:itog
11. СНиП 2.01.14-83 «Определение расчетных гидрологических характеристик» . – М.: Госстандарт, 1983, 48 с.
12. ГОСТ 15150-69. Государственный стандарт Российской федерации. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды. Утверждён и введён в действие Постановлением Госстандарта СССР от 29.12.1969 года (переиздан в апреле 2010 года). [Электронный ресурс] / URL: <http://www.normacs.ru:8889/Doclist/doc/8PA.html>.

13. ГОСТ 14254. Межгосударственный стандарт. Степени защиты, обеспечиваемые оболочками. Утверждён и введён в действие Постановлением Госстандарта России от 12.04.1996 года № 9-96., (переиздан в апреле 2010 года) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.docme.ru/doc/14335/gost-14254-96-%282002%29>.
14. ГОСТ 18275. Государственный стандарт. Аппаратура радиоэлектронная. Номинальные значения напряжения и силы тока питания. Утверждён постановлением Госстандарта СССР от 01.01.1974 года № 2244. [Электронный ресурс]. URL: <http://libt.ru/gost/download/gost-18275-72.html>
15. ГОСТ Р 51238-98 Нетрадиционная энергетика. Гидроэнергетика малая. Термины и определения Источник [Электронный ресурс] URL:: <http://www.gosthelp.ru/gost/gost9040.html>
16. Лукутин Б. В., Суржикова О. А., Шандарова Е. Б. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении. – М. : Энергоатомиздат, 2008. – 231 с.
17. Леонтьев Г. А. Малая энергетика в разных ракурсах // Мировая энергетика. – 2009. – № 6. – С. 36–39.
18. Проект Министерства энергетики Российской Федерации «Энергетическая стратегия России на период до 2035 года». – М. : Минэнерго Российской Федерации, 2014.
19. Метеорологический ежемесячник / Федер. служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды ; Среднесибирское УГМС. – М., 2001–2011.
20. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России / П. П. Безруких [и др.]. – СПб. : Наука, 2002. – 314 с.
21. Выбор критериев оптимизации при разработке гибридных установок на основе солнечных модулей для электропитания локальных удаленных потребителей промышленно-бытового назначения / А. С. Григорьев [и др.] // Альтернативная энергетика и экология. – 2011. – № 12(104). – С. 39–48.
22. База данных NASASSE [Электронный ресурс]. – URL: <https://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>.
23. Киушкина В.Р. Возобновляемые источники энергии в энергетической безопасности локальных энергозон. // Промышленная энергетика. – № 9 - 2016.
24. Киушкина В.Р. Проблемы энергообеспеченности с позиции энергетической безопасности изолированных энергозон Арктических территорий // Сборник трудов Международного форума «Арктика: общество, наука и право» - Санкт-Петербург: СПбГУ, 2018.
25. Храмцова А.П., Носков М.Ф. Оценка проблем надежности гибридных систем выработки электроэнергии // Гидроэлектростанции в XXI веке, 2019.

26. Курочкина Ю.В., Носков М.Ф. Оценка возможности использования возобновляемых источников энергии в децентрализованных районах Красноярского края // Гидроэлектростанции в XXI веке, 2020.
27. Елистратов, В. В. Автономное энергоснабжение территорий России энергокомплексам на базе возобновляемых источников энергии / В. В. Елистратов // Энергетический вестник. – 2016. – № 21. – С. 42-49.
28. Штерн, В. И. Эксплуатация дизельных электростанций / В.И. Штерн. – М.: Энергия, 1980. – 120 с.
29. Суфляй, Д.А. Проблемы надежности автономных систем электроснабжения децентрализованной энергозоны / Д.А. Суфляй, В.Р. Киушкина // Энергетика. Инновационные направления в энергетике. CALSTехнологии в энергетике: Материалы X Всероссийской научно-технической интернет-конференции, Том 1, Пермский нац. иссл. политех. ун-т, Пермь, 2016. – С. 46-52.
30. ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – М. , 1990. – 24 с.
31. European Smart Grids technology platform: Vision and strategy for Europe's electricity net-works of the future. European Commission, 2006, 38 p.;
32. Lukutin, B., Kiushkina, V. Energy security of northern and arctic isolated territories. E3S Web of Conferences Regional Energy Policy of Asian Russia, volume 77 (2019), [01008]. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20197701008>
33. Foster, M.A.; Fay, G; Lister, C. Future of renewable energy // Renewable Energy World, Journal. – 2004. – № 8. – P. 85–87.
34. Specifics of assessing energy security of isolated energy service areas in territories with harsh climatic conditions /V. Kiushkina, D.Antonenkov // International Journal of Energy Technology and Policy (Special Issue on: "Intellectual Energy Technologies: Prospects and International Experience". Vol.15 Nos.2/3, 2019, pp.236 – 253.

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
САЯНО-ШУШЕНСКИЙ ФИЛИАЛ
Кафедра гидроэнергетики, гидроэлектростанций, электроэнергетических
систем и электрических сетей

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

«21» июня 2021 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ
СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ
ПРОЕКТА «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГЕКТАР» НА БАЗЕ ГИБРИДНОЙ
ДИЗЕЛЬ-ГИДРО-СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

13.04.02.06 Гидроэлектростанции

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Научный руководитель


подпись, дата

профессор, д.т.н.
должность, ученая степень

М.Ф. Носков
инициалы, фамилия

Выпускник

406.21
подпись, дата

М.А. Храмцов
инициалы, фамилия

Рецензент


04.06.21
подпись, дата

Руководитель ЛНН
Усть-Среднеканской
ГЭС
должность

И.А. Дементьев
инициалы, фамилия

Нормоконтроль


21.06.21
подпись, дата

А.А. Чабанова
инициалы, фамилия

Саяногорск; Черёмушки 2021