

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «ЭСи ЭЭС»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой



И. В. Коваленко

инициалы, фамилия

«14» июня 2016 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Ветроэнергетические электростанции для электроснабжения посёлков Таймыра
13.04.02.02 «Электроэнергетические системы, сети, линии электропередачи,
их режимы, устойчивость и надёжность»
13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Научный руководитель



14.06.16

подпись, дата

проф., канд. техн. наук
должность, учёная степень

В. А. Третьяков
инициалы, фамилия

Выпускник



14.06.16

подпись, дата

А. А. Гандрих
инициалы, фамилия

Рецензент



17.06.16

подпись, дата

специалист 2-ой кат.,
должность, учёная степень

К. С. Лабынчев
инициалы, фамилия

Нормоконтролёр



14.06.16

подпись, дата

проф., канд. техн. наук
должность, учёная степень

В. А. Третьяков
инициалы, фамилия

Красноярск 2016

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа по теме: «Ветродизельные электростанции для электроснабжения посёлков Таймыра» содержит 77 страниц текстового документа, 24 иллюстрации, 5 приложений, 42 использованных источника.

ВЕТРОДИЗЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ, ВЕТРОГЕНЕРАТОР, ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ, ВЕТРОВАЯ ЭНЕРГИЯ, СКОРОСТЬ ВЕТРА, КРАЙНИЙ СЕВЕР.

В Красноярском крае имеется ряд потребителей, электроснабжение которых затруднено. Ими являются малочисленные посёлки и деревни Крайнего Севера, в которых в качестве генераторов выступают дизельные электростанции. Такая генерация обуславливает очень высокую себестоимость электроэнергии и зависимость от поставок топлива. Настоящая работа посвящена исследованию ветроэнергетического потенциала Таймырского Долгано-Ненецкого Автономного округа и предпосылок сооружения там перспективных моделей ветроэлектростанций.

Цель работы:

- 1) исследование ветроэнергетического потенциала Красноярского края;
- 2) выявление зон, наиболее подходящих для установки ВЭУ;
- 3) разработка вариантов генерирующего оборудования;
- 4) технико-экономическая оценка внедрения ВЭУ в децентрализованную систему электроснабжения.

Поставленные задачи были решены с помощью многочисленных статистических данных, а также электронных таблиц Microsoft Excel и программного комплекса Mathcad.

В работе:

- 1) был проведён анализ ветроэнергетических ресурсов Красноярского края и Таймыра в частности;
- 2) исследованы статистические данные об повторяемости скоростей ветра в регионе;
- 3) использован метод определения выработки электроэнергии, основанный на повторяемости скоростей ветра;
- 4) исследовано влияние отказов элементов ВЭУ на надёжность ВЭС в целом;
- 5) проведён технико-экономический анализ внедрения ВЭУ.

Полученные выводы позволяют определить целесообразность создания ветродизельных комплексов для электроснабжения децентрализованных потребителей в условиях Крайнего Севера.

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	2
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Анализ ресурсов ветровой энергии в климатических условиях Красноярского края.....	6
1.1 Климатологические характеристики ветровой энергии.....	6
1.1.1 Ветровой кадастр.....	6
1.1.2. Средние скорости ветра.....	7
1.1.3 Временные зависимости средней скорости ветра	9
1.2 Ветроэнергетический потенциал Красноярского края в разрезе муниципального образования – Таймырского Долгано-Ненецкого автономного округа.....	11
1.2.1 Валовой потенциал	11
1.2.2 Методика районирования территории Красноярского края по ветроэнергетическим ресурсам.....	12
1.2.3 Результаты исследования показателей ветроэнергетического кадастра Красноярского края	15
1.3 Районирование по трём основным ветровым зонам.....	20
1.3.1 Описание трёх основных ветровых зон.....	20
1.3.2 Таймырский Долгано-Ненецкий муниципальный район	24
2 Математические модели для оценки параметров ветродизельных комплексов.....	25
2.1 Классификация современных ВЭУ по мощности и область их применения.....	25
2.2 Методы анализа надёжности функционирования ВЭУ	27
2.2.1 Аналитический метод оценки надёжности ВЭУ	27
2.2.2 Математическая модель надёжности ветропарка без учёта погодных явлений.....	30
2.3 Методика определения выработки электроэнергии ВЭУ.....	32
2.4 Разработка вариантов состава генерирующего оборудования ветропарков.....	37
2.5 Методика определения технико-экономических показателей ВЭС с ВЭУ мощностью 100-275 кВт	42
3 Технические предложения по строительству пилотных ВЭС в северных посёлках Красноярского края.....	48

3.1 Обоснование строительства ВЭС для электроснабжения пос. Носок и Караул	48
3.2 Техничко-экономические показатели пилотных проектов.....	51
3.3 Режимы работы ВЭС	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	58
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	59
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	60
ПРИЛОЖЕНИЕ А	63
Карта сети метеорологических станций на территории Красноярского края.....	63
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	68
Вероятности состояний для различных ветропарков.....	68
ПРИЛОЖЕНИЕ В	70
Зависимости потенциальной и технической мощности от скорости ветра	70
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	73
Выработка электроэнергии различными типами ВЭУ.....	73
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	75
Техничко-экономические показатели внедрения ВЭУ в п. Носок	75

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Андрианов, В.Н. Ветроэлектрические станции / В.Н. Андрианов. – М.: ГЭИ, 1960. – 320 с.
2. Анисимов, А.М. Когенерационные автономные ветроустановки с теплоаккумуляторами / А.М. Анисимов, О.С. Попель // Академия энергетики. – 2009. – №1 (27) февраль. – С. 36–42.
3. Бастрон, А.В. Использование ветроэнергетических установок в Красноярском Крае, республиках Хакасия и Тыва для горячего водоснабжения загородных домов (коттеджей) / А.В. Бастрон, А.В. Чебодаев [и др.]. – Красноярск: Изд-во Краснояр. гос. аграр. университета, 2004. – 103 с.
4. Безруких, П.П. Возобновляемая энергетика: сегодня – реальность, завтра – необходимость / П.П. Безруких. – М.: Лесная страна, 2007. – 120 с.
5. Безруких, П.П. Возобновляемая энергетика: стратегия, ресурсы, технологии / П.П. Безруких, Д.С. Стребков. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2005. – С. 5–70.
6. Безруких, П.П. Концепция использования ветровой энергетики в России / П.П. Безруких. – М.: Комитет по проблемам ВИЭ, 2004. – 144 с.
7. Безруких, П.П. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России / П.П. Безруких [и др.]. – СПб.: Наука, 2002. – 314 с.
8. Бобров, А.В. Ветродизельные комплексы в децентрализованном электроснабжении / А.В. Бобров, В.А. Тремясов. – Красноярск: Изд-во СФУ, 2012. – 216 с.
9. Бобров, А.В. Оценка надежности и эффективности ВЭУ в децентрализованных системах электроснабжения / А.В. Бобров, В.А. Тремясов, Д.А. Чернышев. // Энергетика: управление, качество и эффективность использования энергоресурсов: сб. тр. 5-й Всерос. конф. с междунар. участием. – Благовещенск: Изд-во АГУ, 2008. – С. 217–221.
10. Ветроэнергетика // Wikipedia. 201 [Электронный ресурс] – URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/ветроэнергетика>. – Заглавие с экрана/
11. Виссарианов, В.П. Энергетическое оборудование для использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии // В.П. Виссарианов [и др.]. – М.: ООО "Фирма ВИЭН", 2000. – 48 с.
12. Всемирный архив погоды [Электронный ресурс] – URL: <http://www.grib.ru>. – Заглавие с экрана.
13. Гагач, Д.К. Первая ветродизельная электростанция на Таймыре / Д.К. Гагач, В.К. Мальцев, И.Ю. Костюков. // Энергетик. – 2000. – №4. – С. 10–12.
14. ГОСТ Р 51237-98. Нетрадиционная энергетика. Ветроэнергетика. Термины и определения. – М.: Госстандарт РФ, 1998. – 10 с.
15. ГОСТ Р 51991-2002. Нетрадиционная энергетика. Ветроэнергетика. Установки ветроэнергетические. Общие технические требования. – М.: Стандартинформ, 2002. – 187 с.

16. Григорьев, А.С. Учет характеристик солнечных модулей и ветрогенераторов при разработке гибридных установок / А.С. Григорьев // Новое в российской электроэнергетике. – 2012. – № 1. – С. 5–20.

17. Зубарев, В.В. Использование энергии ветра в районах севера: состояние, условие эффективности, перспективы / В.В. Зубарев, В.А. Минин, И.Р. Степанов. – Л.: Наука. 1989. – 208 с.

18. Карнаков, Е.А. Возможность использования ветроэнергетических ресурсов побережья Дальнего Востока. Научно-технические и экономические проблемы транспорта / Е.А. Карнаков, Д.В. Зеленин. – Хабаровск: Изд-во ДВГУ ПС, 2000. – 113 с.

19. Лукутин Б.В. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении / Б.В. Лукутин, О.А. Суржикова, Е.Б. Шандорова. – М. Энергоатомиздат, 2008. – 231 с.

20. Малая ветроэнергетика для обеспечения автономных станций / М.И. Малтинский [и др.] // Энергонадзоринформ. – 2004. – №1. – С. 30–32.

21. Марченко, О.В. Оценка экономической эффективности использования энергии ветра для электро- и теплоснабжения потребителей Севера / О.В. Марченко, С.В. Соломин // Промышленная энергетика. – 2004. – №9. – С. 50–53.

22. МЭК 61400-1 Установки ветроэнергетические. Техническиетребования (IEC 61400-1: 2005 WindTurbines – Part 1:Designrequirements): 2005. – 118 с.

23. Оценка ресурсов нетрадиционных источников энергии и объемов экономического их использования по регионам России. Договор № 98-14-19. Этап 1. Разработка научных, технических и экономических основ методик оценки ресурсов нетрадиционных источников энергии и объемов экономического их использования / Минтопэнерго РФ, АО ВИЭН. – М., 1998 (рукопись).

24. Перминов, Э.М. Состояние, проблемы и перспективы развития мировой и российской ветроэнергетики // Новое в российской энергетике [Электронный ресурс]. – 2004. – №11. – URL: <http://www.raoees.ru/news/>. – Заглавие с экрана.

25. Радин, В.И. Управляемые электрические генераторы при переменной частоте / В.И. Радин, А.Е.Загорский, Ю.Г. Шакарян. – М.: Энергия, 1988. – 152 с.

26. Рекомендации по определению климатических характеристик ветроэнергетических ресурсов – Л.: Гидрометиздат, 1989. – 80 с.

27. Саплин, Л.А. Энергоснабжение сельскохозяйственных потребителей с использованием возобновляемых источников / Л. А. Саплин [и др.]. – Челябинск: Изд-во ЧГАУ, 200 – 194 с.

28. Справочник по климату СССР. – Вып. 9. – Ч. 3. – Л.: Гидрометиздат, 1965. – 306 с.

29. Справочник по климату СССР. – Вып. 3. – Ч.3. – Л.: Гидрометиздат, 1966. – 271 с.

30. Справочник по климату СССР. – Вып. 21. – Ч.3. – Л.: Гидрометеоиздат, 1967. – 354 с.
31. Справочник по климату СССР. – Вып. 23. – Л.: Гидрометеоиздат, 1968.
32. Старков, А.Н. Атлас ветров России / А.Н. Старков [и др.]. – М.: Можайск-терра, 2000. – 560 с.
33. Удалов, С.Н. Возобновляемые источники энергии / С.Н. Удалов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007. – 432 с.
34. Харитонов, В.П. Основы ветроэнергетики / В.П. Харитонов. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2010. – 340 с.
35. Цугленок, Н.В. рациональное сочетание традиционных и возобновляемых источников энергии в системе энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей / Н.В. Цугленок, С.К. Шерьязов, А.В. Бастрон; Краснояр. го.аграр. ун-т. – Красноярск, 2012. – 360 с.
36. Ender, C. Windenergie-nutzung in der Bundesrepublik Deutschland Stand 30.06.2004. DEWI-Magazin. – 2004. – Nr25. – S. 14–25.
37. Global wind technology. Overview of developments 2003-2004. De VriesEize // Renewable Energy World. – 2004. – V.7, N 4. – 1. 102-115.
38. Ender, C:Windenergienutzung in Deutschland Stand 30.06.2005. DEWI-Magazin. – 2005. – Nr 27. – S. 24–35.
39. Концепция развития и использования возможностей малой и нетрадиционной энергетики в энергетическом балансе России. – М.: Минтопэнерго Российской Федерации, 1999. – 67 с.
40. Лукутин, Б. В. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении: монография / Б.В. Лукутин, О.А. Суржикова, Е.Б. Шандорова. – М. Энергоатомиздат, 2008. – 231 с.
41. Neumann, T.:Forschungsprojekt "Offshore Wind Design Parameter" gestartet DEWI-Magazin. – 2005. – Nr 27. – S. 12.
42. Global Wind 2005 Report. Brussels, Global Wind Energy Council, 2006.
43. Wind Force 12.Brussels, Global Wind Energy Council June 2005-http://www.ewca.org/Tileadmin/ewea_documents/documents/publications/reports/wf12-2005.pdf.