

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ
И ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ**

*Материалы
Национальной с международным участием
научно-практической конференции
студентов, аспирантов, учёных и специалистов*

(20-22 декабря 2022 года)

В 2-х томах

Том 2

Тюмень
ТИУ
2022

УДК 004, 62, 69

ББК 3

Э 65

Ответственный редактор:

кандидат технических наук, доцент А. Н. Халин

Редакционная коллегия:

Т. В. Мальцева, Р. Ю. Некрасов, О. А. Степанов, А. Л. Савченков,
Н. А. Литвинова, Г. А. Хмара, Ф. А. Лосев, Е. И. Попов

Э 65 **Энергосбережение и инновационные технологии** в топливно-энергетическом комплексе: материалы Национальной с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов, ученых и специалистов (20-22 декабря 2022 г.). В 2-х т. Т. 2 / отв. ред. А. Н. Халин. – Тюмень: ТИУ, 2022. – 339 с. – Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-9961-3026-9 (*общ.*)

ISBN 978-5-9961-3028-3 (*т. 2*)

В издании опубликованы статьи и доклады, представленные на Национальной с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов, ученых и специалистов, в которых изложены результаты исследовательских и опытно-конструкторских работ по широкому кругу вопросов. В сборник вошли материалы работы секций «Экология и промышленная безопасность» и «Электроэнергетика и электротехника».

Издание предназначено для научных, социально-гуманитарных и инженерно-технических работников, а также обучающихся технических и гуманитарных вузов.

УДК 004, 62, 69

ББК 3

ISBN 978-5-9961-3026-9 (*общ.*)

ISBN 978-5-9961-3028-3 (*т. 2*)

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет», 2022

<i>Рохлов В. А.</i> АНАЛИЗ СТАТИСТИКИ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	292
<i>Семин Д. И.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОГИКИ ОТКАЗОВ ВЕТРЯНОЙ ТУРБИНЫ В ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВЕТРЯНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ.....	296
<i>Соловьева Е. Д., Бурганов Р. А.</i> РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПОВ УСТОЙЧИВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В ДОМАШНИХ ХОЗЯЙСТВАХ.....	299
<i>Соловьева Е. Д., Пигилова Р. Н.</i> СТАНДАРТЫ И НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ БАЗА ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	302
<i>Сухачев И. С., Сидоров С. В.</i> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОГРАНИЧЕНИЯ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ НА ВВОДЕ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ	305
<i>Сычев И. А.</i> ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ СПОРЫШЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	308
<i>Тимофеев М. А.</i> ОЦЕНКА ПОВТОРЯЕМОСТИ СКОРОСТИ ВЕТРА ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВЫ ВЕТРОГЕНЕРАЦИИ В ЖИГАНСКОМ РАЙОНЕ	311
<i>Умурзаков А. К.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЕДУЩИХ СПОСОБОВ ВЕТРОМОНИТОРИНГА С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ВЗАИМОЗАМЕНЕНИЯ.....	313
<i>Фарапонов В. О.</i> КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГИИ МАЙНИНГА КАК МЕРА УВЕЛИЧЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	315
<i>Филимонов С. С.</i> ПЕТЛЕВОЙ МЕТОД ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЯ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ 10 КВ	319
<i>Фризен В. Э., Лузгин В. И., Камаев Д. А.</i> УСТАНОВКА ИНДУКЦИОННОЙ ПЛАВКИ МЕТАЛЛОВ	321
<i>Хабибуллина Г. И., Пигилова Р. Н.</i> ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ УМНЫХ СЕТЕЙ	324
<i>Шабанов В. А., Басырова А. А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛА ВКЛЮЧЕНИЯ БАВР НА БРОСОК ТОКА ВКЛЮЧЕНИЯ ПРИ САМОЗАПУСКЕ	327
<i>Шахова Л. В., Хмара Г. А.</i> ОЦЕНКА ПОТЕРЬ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЕМ 10 КВ, ПОСТРОЕННЫХ В ГАБАРИТАХ 10 КВ, 20 КВ и 35 КВ.....	330

зьяства, принадлежащих сетевым организациям и иным лицам, к электрическим сетям : Постановление Правительства № 861 : [утверждено Правительство Российской Федерации 27 декабря 2004 года]. – Центрмаг, 2022. – 330 с. ; 20 см. – 1000 экз. – ISBN 978-5-903030-24-8. – Текст : непосредственный.

2. Федеральная служба государственной статистики : сайт. – URL : <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 19.10.2022). – Текст: электронный.

3. Рохлов В. А. Способ снижения потерь электроэнергии в распределительных сетях с двусторонним питанием / В. А. Рохлов, Г. А. Хмара, Р. С. Бойчук. – Текст : непосредственный // Электроэнергия. Передача и распределение. - 2021. - № 4 (67). – С. 98-103.

УДК 620.9 : 303.094.7

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОГИКИ ОТКАЗОВ ВЕТРЯНОЙ ТУРБИНЫ В ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВЕТРЯНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Семин Д. И., магистрант, piligrim.10@inbox.ru

г. Казань, Казанский государственный энергетический университет

Аннотация. Цифровая трансформация промышленности – неизбежная и необходимая мера для развития топливно-энергетического комплекса Российской Федерации. Актуальной областью в цифровизации промышленности является создание цифровых двойников оборудования и производства в целом. Целью данной статьи является разработка логики влияния отказов конкретных элементов ветряной турбины на работу имитационной модели технического обслуживания ветряной электростанции. В статье представлен процесс моделирования отказа ветряной турбины на примере неисправностей лопастей турбины. При этом учитываются два типа неисправности: критическая и некритическая.

Ключевые слова: имитационная модель, ветряная электростанция, техническое обслуживание.

На текущем этапе разработки имитационной модели технического обслуживания ветряной электростанции выделены основные узлы ветряной турбины и их возможные неисправности, которые будут учитываться в имитационной модели, см. Табл. 1. Неисправности подобраны таким образом, что часть из них является некритическими, понижающими жизненный цикл турбины, а часть - критическими, приводящими к моментальному отказу турбины. По такому принципу неисправности расположены в таблице сверху вниз для каждого элемента турбины соответственно.

Узлы турбины и их возможные неисправности

Конструктивная часть турбины	Возможные неисправности: некритические и критические
Лопасты	Деформация лопастей
	Отказ первичного вала турбины
Генератор	Перегрев генератора
	Отказ генератора
Вал генератора вторичный	Старение масла в подшипниках
	Остановка вала

Логика работы имитационной модели основана на диаграммах состояния (Рис.1). Моделирование осуществляется в программном продукте “AnyLogic”. В данный момент каждая ветряная турбина имеет три возможных состояния: работоспособное (нормальное), предотказное и состояние отказа. Изначально турбины находятся в нормальном состоянии и по истечению случайного количества времени переходят в одно из двух других состояний.

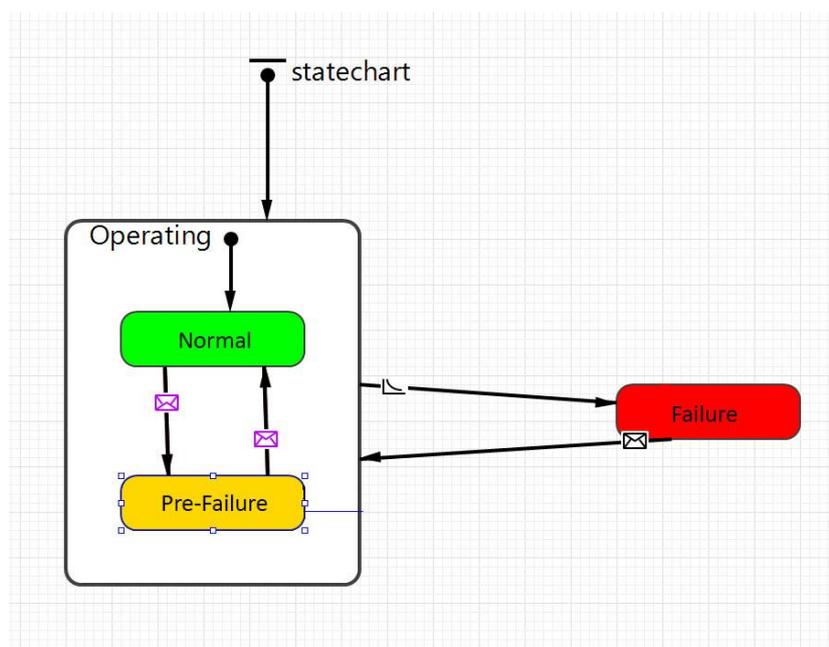


Рис. 1. Логика отказа ветряной турбины

На примере логики отказа лопастей турбины рассмотрим схему, к которой было решено прибегнуть (Рис. 2). Изначально турбина находится в нормальном состоянии, следовательно, лопасти так же в нормальном состоянии. По истечению случайного времени, которое определит программа, турбина перейдет в одно из двух состояний отказа. Если турбина перехо-

дит в состояние “Shaft failure” (отказ первичного вала), наступает мгновенный отказ, и турбина полностью переходит в состояние неисправности, независимо от того, в каких состояниях находятся остальные ее узлы.

Если же лопасти переходят в состояние «Deformation» (деформация лопастей), то турбина переходит в предотказное состояние, так же независимо от того, находятся ли в работоспособном состоянии остальные узлы. При этом должен запускаться таймер, по истечении которого турбина откажет. Этот таймер имитирует сокращение жизненного цикла турбины. Если за время, пока турбина находится в предотказном состоянии не будет произведен ремонт, турбина откажет и не будет работать, пока ее не починят. При этом время починки должно зависеть от повреждения, и будет задаваться из листа Excel или через интерфейс программы перед ее запуском.

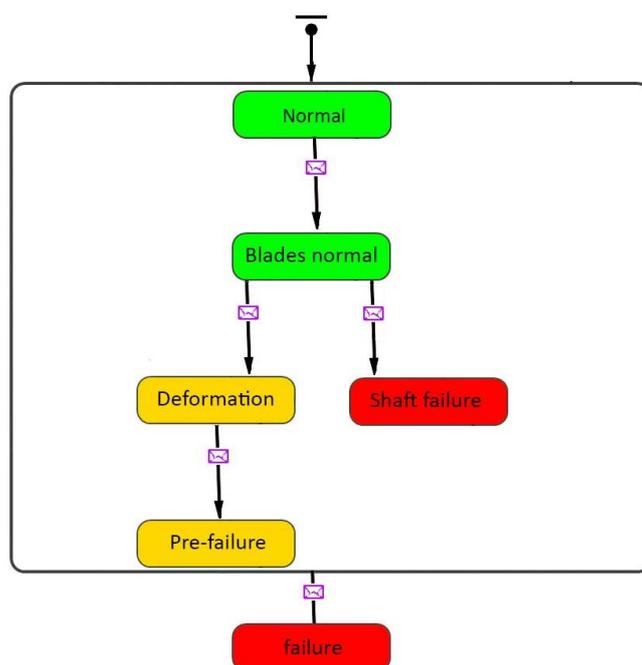


Рис. 2. Логика отказа ветряной турбины, учитывающая вид неисправности лопастей

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Махитько В. П. Имитационное моделирование в мелкосерийном производстве / В. П. Махитько, И. Н. Хайомвич, А. С. Клентак. – Текст: электронный // Экономика и управление в социальных и экономических системах. – 2019. - № 1. – URL : https://www.imi-samara.ru/wp-content/uploads/2020/09/Makhitko_Khaymovich_Klentak_17-25.pdf (дата обращения: 07.10.2022).

2. Принцип работы ветрогенератора : сайт. – URL : <https://tcip.ru/blog/wind/printsip-dejstviya-i-raboty-vetrogeneratora.html> (дата обращения: 10.10.2022). - Текст: электронный.

3. Anylogic за три дня. Практическое пособие по имитационному моделированию. – Текст: электронный // Anylogic.ru : официальный сайт. – 2004. – URL : <https://www.anylogic.ru/resources/books/free-simulation-book-and-modeling-tutorials/> (дата обращения: 01.10.2022).

УДК 620.9:338

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПОВ УСТОЙЧИВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В ДОМАШНИХ ХОЗЯЙСТВАХ

Соловьева Е. Д., бакалавр, 1am.ekats@gmail.com

Бурганов Р. А., д-р экон. наук, профессор, burganov-r@mail.ru

г. Казань, Казанский государственный энергетический университет

Аннотация. В статье рассмотрены основные проблемы устойчивого развития энергетики в домашнем хозяйстве в рамках прогнозируемых ростов использования энергии как в стране, так и в округах. Рассеянность населенных пунктов, отсутствие средств, разработанных и внедренных нормативно-правовых актов по данной тематике, а также отсутствие доступа к возобновляемым источникам энергии способствуют снижению энергоэффективности хозяйств и увеличению энергопотребления на местном уровне. Выявленные принципы устойчивой энергетики способствуют развитию энергоэффективности домашних хозяйств в рамках внедрения различных установок, приспособлений и принципов контроля за энергопотреблением.

Ключевые слова: устойчивая энергетика, домашнее хозяйство, энергопотребление, энергоэффективность, энергия, возобновляемые источники энергии.

Принципы устойчивой энергетики затрагивают все сферы и уровни деятельности хозяйственных субъектов, включая домашние хозяйства. В программы реформирования энергоснабжающих систем прошедших десятилетий вошло стимулирование выбора экологически безопасных видов топлива, повышение объема энергетических ресурсов для нужд домашних хозяйств с помощью разработки инновационных технологий, внедрение самостоятельных программ по обеспечению устойчивого развития нетрадиционных источников энергии и увеличение эффективности используемых ресурсов. Основными недостатками в осуществлении поставленных целей являлись: территориальная разбросанность населенных пунктов; труднодоступность возобновляемых источников энергии; высокая удельная стоимость обеспечения; отсутствие доступа к средствам финансирования. [1]

Благодаря повышению урбанизации спрос на энергию как в мире, так и в Российской Федерации ежегодно возрастает на 2%. В жилищном плане она расходуется на отопление, освещение, приготовление пищи, использование бытовых приборов.

ФЗ № 436-ФЗ	Издание не подлежит маркировке в соответствии с п. 1 ч. 4 ст. 11
----------------	---

Научное издание

**ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ
И ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ**

Материалы
Национальной с международным участием
научно-практической конференции
студентов, аспирантов, учёных и специалистов
(20-22 декабря 2022 года)
В 2-х томах
Том 2

В авторской редакции

Подписано в печать 23.12.2022. Формат 60x90 1/16. Усл. печ. л. 21,18.
Тираж 500 экз. Заказ № 2541.

Библиотечно-издательский комплекс
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Тюменский индустриальный университет».
625000, Тюмень, ул. Володарского, 38.

Типография библиотечно-издательского комплекса.
625039, Тюмень, ул. Киевская, 52.