Администрация городского округа – город Волжский
Филиал МЭИ в г. Волжском

ДВАДЦАТЬ СЕДЬМАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СТУДЕНТОВ

г. Волжский
24–27 мая 2022 года

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

ВОЛЖСКИЙ МЭИ 2022

УДК 620.9+621.3+681.5
ББК 31

Организационный комитет:
Султанов М.М. (председатель), Иваницкий М.С., Болдырев И.А.,
Зенина Е.Г., Лысакова Ж.А., Ходырева Н.Г., Раньжина И.В.

Двадцать седьмая межвузовская научно-практическая конференция молодых ученых и студентов, г. Волжский, 24–27 мая 2022 г.: тезисы докладов. – Волжский: Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском, 2022. – 111 с.

ISBN 978-5-94721-160-3

Тезисы докладов Двадцать седьмой межвузовской научно-практической конференции молодых ученых и студентов г. Волжского освещают актуальные проблемы в области энергетики. Тексты тезисов, представленные авторами, сверстаны и при необходимости сокращены. Как правило, сохранена авторская редакция.

Печатается по решению Учебно-методического совета филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском.

УДК 620.9+621.3+681.5
ББК 31

ISBN 978-5-94721-160-3

© Авторы, 2022
© Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
в г. Волжском, 2022

СЕКЦИЯ № 1

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Председатель: ***Сутанов М.М.*** – канд. техн. наук, доцент
Зам. председателя: ***Иваницкий М.С.*** – д-р техн. наук, доцент
Секретарь: ***Желяскова О.И.*** – ассистент

УВЕЛИЧЕНИЕ РЕСУРСА ЦАПФЫ ПЕРЬЕВ НАПРАВЛЯЮЩЕГО АППАРАТА ГИДРОАГРЕГАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ НАПРАВЛЕННОГО ВЗРЫВА

Симонов Е.С. – студент
Науч. рук. ***Афонин А.В.*** – доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Наиболее характерными повреждениями лопаточного аппарата гидротурбин являются: износ уплотнений верхних цапф лопаток, корпуса подшипника, опорных втулок, цапф лопаток. Неравномерность вертикального зазора между пером и спинкой соседних лопаток приводит к недостаточной герметичности при останове агрегата.

Цель – увеличить рабочий ресурс и уменьшить сроки ремонтных работ лопатки направляющего аппарата.

При эксплуатации чаще всего наблюдается одновременный износ втулок и цапф лопаток (табл.). При ремонте цапф лопаток протачивают шейки до необходимого диаметра, а затем по полученным размерам устанавливают новые втулки. Большая глубина износа цапф не позволяет протачивать шейки, так как это значительно уменьшает их диаметр; поэтому их наплавляют. Наплавка металла – это сложный технологический процесс, которая подвергает поверхность термическому воздействию. Неправильная наплавка может нарушить центровку пера направляющего аппарата.

Предельно допустимые зазоры между втулками и цапфами лопаток

Место замера		**Зазор, установленный при монтаже и ремонте, мм**	**Предельно допустимый зазор, мм**
Верхняя цапфа	Верхняя втулка	0,50–0,50	1,0–1,2
	Средняя втулка	0,10–0,12	0,50–0,60
Нижняя цапфа	Нижняя втулка	0,10–0,12	0,50–0,60

Для увеличения ресурса работы цапфы необходимо уменьшить износ цапфы. Одним из методов является нанесение на металл цапфы особой смеси, например, электрокорунда, которая изменит ее кристаллическую решетку, увеличив твердость до 94 по Бринеллю [1, 2].

Для этого используется устройство для детонационного напыления, которое с помощью направленного взрыва разгоняет кристаллики порошка до ультразвуковой скорости и «расстреливает» ими поверхность цапфы. В отличие от наплавки металла детонационное напыление не подвергает поверхность термическому воздействию, после обработки поверхности детали температура поверхности не превышает 50 градусов, что исключает коробление, поводки, перегрев детали, нарушение геометрии и нежелательные структурные изменения материала детали.

Применение данного метода увеличит износостойкость поверхности цапфы, что, таким образом, увеличит ее рабочий ресурс, а также уменьшит сроки ремонта цапфы лопатки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 9012-59 (ИСО 410-82, ИСО 6506-81). Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю.

2. Степеньков, Ю.А. Слесарь по ремонту гидравлических турбин / Ю.А. Степеньков. – М.: Высшая школа, 1970. – 240 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ НА САРАТОВСКОЙ ГЭС В ФИЛИАЛЕ ПАО «РУСГИДРО» – «САРАТОВСКАЯ ГЭС»

Давледжанов А.В. – студент
Науч. рук. ***Байдакова Н.В.*** – канд. техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

В электроэнергетике защищенность электрооборудования является важнейшим и основополагающим фактором надежной и бесперебойной работы. Технологии, использующиеся на сегодняшний день, достаточно эффективны и высокотехнологичны, что отличает их от прошедшего времени. Однако, несмотря на значительное превосходство, на практике новые методики пользуются незначительным спросом.

К актуальной проблеме можно отнести замену устаревшей техники на современные аналоги. К слову, львиная доля масляных трансформаторов тока и напряжения, которые применяются в филиале ПАО «РусГидро» – «Саратовская ГЭС», достаточно выработала свой основной ресурс и нуждается в замене на

взрывобезопасные и высокотехнологичные устройства. Рассмотрим в качестве примера элегазовые измерительные трансформаторы, которые постепенно вытесняют устаревшее оборудование энергетических подстанций. По своим характеристикам и свойствам они представляют собой конструкцию, где элегаз (SF6) – неорганическое соединение, обеспечивающее повышенную электрическую прочность за счет высокого пробивного напряжения и служит в качестве изоляции [1].

Количество преимуществ у элегазовых трансформаторов намного больше, чем у масляных, что объясняет их востребованность среди представленных трансформаторных устройств. Для сравнения рассмотрим следующие особенности.

• *Взрывобезопасность*. Предположим, что при появлении неисправностей в элегазовом трансформаторе появится электрическая дуга, а в результате сжимаемости элегаза внутреннее давление в устройстве повысится на порядок меньше, чем в масляном. Соответственно, можно исключить вероятность разгерметизации трансформатора, что полностью обеспечивает безопасность от возгорания или взрыва, а также гарантирует надежную работу.

• *Надежность*. ТН и ТТ с элегазовой изоляцией на сегодняшний день являются герметичными устройствами по сравнению с масляными, что равным образом исключает влияние внешних воздействий, таких как влажность, механические удары, вибрации. Это повышает надежность в любых климатических условиях при наружной установке [1].

• *Точность измерения*. Трансформаторы с элегазовой изоляцией имеют увеличенное количество обмоток и обмотки повышенной точности.

• *Компактность*. Благодаря высокой электрической прочности элегаза появляется возможность сократить изоляционные расстояния при небольшом рабочем давлении газа, а в результате этого уменьшаются масса и габариты трансформатора.

• *Экономичность*. За счет данного трансформатора достигается экономия при текущей эксплуатации и ремонте.

• *Негорючесть*. Использование элегаза в качестве изоляции в трансформаторах тока и напряжения является оптимальным решением в сфере пожаробезопасности данного типа трансформатора, так как элегаз представляет собой негорючий газ.

• *Экологичность*. Использование отработавших свой срок ТН и ТТ с масляным наполнением повторно – на порядок меньше, нежели переработка отслуживших свой срок трансформаторов с элегазовой изоляцией. Например, после уничтожения масляных ТН и ТТ, материалы, использующиеся в данных трансформаторах, больше не смогут применяться по своему прямому назначению во второй раз, в отличие от элегазовых.

Исходя из вышесказанного, мы видим, что использование и производство элегазовых трансформаторов создают экономию как трудовых, так и природных ресурсов.

Однако, несмотря на ряд преимуществ элегазовых измерительных трансформаторов, не исключаются недостатки данного оборудования. Например, при повышенной температуре и высоком давлении фторид серы может перейти из газообразного состояния в жидкое, что создает необходимость учитывать поддержание допустимых значений давления при эксплуатации [2]. Также под воздействием электрических разрядов фторид серы разлагается, это способствует образованию химических и токсических активных веществ, что, в свою очередь, также является недостатком элегаза.

И наконец, стоимость такого устройства значительно выше, чем цена масляных трансформаторов, притом что затраты на эксплуатацию и капитальный ремонт намного меньше именно у элегазовых устройств, так как ТН и ТТ с элегазовым наполнением не нуждаются в особом обслуживании, если не принимать во внимание контроль давления [3].

В заключение можно сказать, что именно путем внедрения измерительных трансформаторов с элегазовой изоляцией и охлаждением можно избавиться от ряда проблем и, соответственно, повысить эффективность, безопасность выработки энергии, экономичность обслуживания трансформаторов филиала ПАО «РусГидро» – «Саратовская ГЭС».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. https://protransformatory.ru/vidy/elegazovyj-transformator

2. Лопухова, Т.В., Зацаринная, Ю.Н., Балобанов Р.Н. Особенности конструкции трансформаторов с элегазовой изоляцией / Т.В. Лопухова, Ю.Н. Зацаринная, Р.Н. Балобанов // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 4. – С. 218–220.

3. Смирнов, А.Д., Литипов, К.М. Справочная книжка энергетика / А.Д. Смирнов, К.М. Литипов. – М.: Энергоатомиздат.

4. https://simona-nn.ru/technika-visokogo-napryajeniya/oborudovanie-otkryityix-raspredelitelnyix-ustrojstv/elegazovyie-izmeritelnyie-transformatoryi-toka-i-napryazheniya/

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ДАТЧИКОВ ВЫСОТЫ ОТКРЫТИЯ ОСНОВНЫХ ЗАТВОРОВ НА САРАТОВСКОЙ ГЭС В ФИЛИАЛЕ ПАО «РУСГИДРО» – «САРАТОВСКАЯ ГЭС»

Холодов Н.Г. – студент
Науч. рук. ***Байдакова Н.В.*** – канд. техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Целью исследования является изучение возможности применения автоматизированных датчиков высоты открытия основных затворов. На сегодняшний день указатели высоты открытия основных затворов устанавливаются только на подъемном механизме затвора.

Указатели высоты открытия основных затворов необходимы для контроля пропускаемого расхода воды и более точной установки затворов при ограничениях открытия. Они могут быть местными (непосредственно на затворе или на подъемном механизме) и дистанционными (выведены на пульт управления).

Основные особенности механического оборудования станции обусловлены конструктивными решениями строительной части здания ГЭС, выполненного из сборных элементов. На Саратовской ГЭС приняты одинаковые пролеты водосбросных отверстий размером 12 м и одинаковые размеры пазов на всех водопропускных сооружениях. Это позволило применить на ГЭС наибольшее количество одинаковых затворов и закладных частей. Другая особенность гидромеханического оборудования состоит в том, что все затворы поднимались с помощью пневматических захватных балок. Механическое оборудование здания ГЭС включает в себя механическое оборудование верхнего бьефа и механическое оборудование нижнего бьефа [1, 2].

Рассмотрим четыре варианта решения данной проблемы для затворов Саратовской ГЭС, имеющих обозначения 216СЮ, 217 СЮ и 222 СЮ.

1. *Техническое решение по оборудованию указателями высоты открытия для затвора (222 СЮ).*

Согласно положениям технической документации положение основного затвора (216СЮ) над порогом определялось по шкале указателя положения затвора (222 СЮ), расположенного на верхней отметке бычка и связанного с затвором тросиком. Постановка затвора на подхваты и снятие с подхватов должны были контролироваться по указателям положения затвора (222 СЮ) и лампочками сигнализации у крановщика. Данное техническое решение было разработано в 70-х годах прошлого века и не может быть применено в полной мере в настоящее время.

2. *Техническое решение по оборудованию всех основных затворов индивидуальными гидроприводами.*

В первоначальном техническом проекте оборудование затворов индивидуальными гидроприводами не предусматривалось. При рассмотрении данного варианта возможно выполнить мероприятия по доработке технического проекта. Сложность реализации данного проекта связанна с фактическим состоянием строительной части здания ГЭС.

3. *Техническое решение по комплексному мониторингу положения основного затвора Саратовской ГЭС с помощью подводной оптической камеры.*

Комплекс предназначен для мониторинга положения затвора посредством контроля оптической камерой линейки, закрепленной на его торце. При необходимости комплекс может быть дооснащен блоком перевода оптической информации в цифровые показания с их последующей передачей в АСУТП.

Оператор может оперативно наблюдать сектор шкалы и контролировать положение затвора с точностью до 15 мм. Надежность оптической видимости обеспечивается устройствами подсветки и очистки внешней линзы. Конструкция,

применяемые материалы и защитные экраны обеспечат работоспособность комплекса в условиях наличия в потоке посторонних предметов.

4. *Техническое решение по оборудованию указателями высоты открытия основных затворов на основе обратной тросовой связи.*

Система выполняется на основе механической (тросовой) обратной связи от основного затвора через систему блоков к датчику перемещения, установленному в доступном месте.

Система выполняет измерения в пределах полного хода затвора с фиксацией дискретных сигналов в следующих точках:

– затвор на пороге;

– затвор поднят;

– просадка затвора из верхнего положения на 90 мм предупредительный сигнал;

– просадка затвора из верхнего положения на 150 мм аварийный сигнал.

При измерении положения основного затвора шаг измерения движения будет определен в пределах 2 мм [3].

Подводя итог, можно сказать, что из рассмотренных вариантов, по предварительной оценке, наиболее затратными являются варианты № 2 и № 3. Варианты № 1 и № 4 могут быть применены на Саратовской ГЭС при более детальной проработке. Оптимальным является вариант № 4. Данное техническое решение является более конкурентоспособным, более простым с точки зрения конструктивных особенностей, его техническое обслуживание не потребует дополнительных затрат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. https://megalektsii.ru/s45606t6.html
2. https://zavodfoto.livejournal.com/3049496.html
3. http://www.sarges.rushydro.ru/

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЕССОННОЙ КАМЕРЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РЕМОНТНЫХ РАБОТ НА ПОРОГАХ ЗАТВОРОВ

Дзюба Н.А. – студент
Науч. рук. ***Афонин А.В.*** – доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Целью работы является изучение существующего варианта проведения ремонтных работ на порогах затворов и сравнение с альтернативным вариантом – использованием кессонной камеры.

Регулирование расхода воды через гидроагрегаты, помимо направляющего аппарата, производится с помощью основных затворов. С течением времени пороги начинаются разрушаться вследствие течения воды через них. Это может

привести к катастрофическим последствиям. По этой причине нужны меры по ремонту порогов затворов.

В настоящее время пороги затворов ремонтируют с применением водолазных работ. В связи с этим необходимо обеспечить ряд мер для производства следующих видов работ [1]:

– скорость воды не более 0,5 м/с в радиусе не менее 50 м от работы водолаза;

– агрегат, на котором производятся работы, и два смежных должны быть остановлены, направляющие аппараты – закрыты и застопорены;

– для оказания экстренной помощи должна присутствовать дежурная бригада скорой помощи.

Вследствие этих ограничений электростанция несет убытки как в плане ресурсов для производства ремонтных работ, так и ввиду простоя гидроагрегатов.

Альтернативный вариант проведения ремонтных работ – использование кессонной камеры. Основным рабочим элементом кессонной камеры является металлическая труба. Она имеет в верхней и нижней частях специальные выступы, которые входят в отверстия порогов. Вдоль по вертикальной части кессонной камеры используется уплотнительная резина, которая минимизирует протечки через кессон. Такая конструкция не дает потоку воды «смыть» кессонную камеру, что обеспечивает достаточный уровень безопасности.

Установка кессонной камеры производится теми же козловыми кранами, что и поднимают/опускают затворы. После установки кессона необходимо использовать насосы для откачки воды. При их включении вода откачивается, уплотнительные резинки прижимаются к порогам, обеспечивая защиту от протечек. На всем протяжении ремонтных работ насосы работают, откачивая просочившуюся воду.

При использовании кессонной камеры можно практически полностью отказаться от водолазных работ при ремонте порогов затворов. Это дает возможность не останавливать два соседних агрегата, вследствие чего минимизируются убытки электростанции. Стоит добавить, что срок выполнения ремонтных работ с использованием кессонной камеры сокращается в среднем до двух дней, что значительно удешевляет стоимость работ.

Главным недостатком кессонной камеры является ограниченность ее использования. Например, на Волжской ГЭС глубина аварийных затворов составляет более 40 м. По этой причине использовать кессонную камеру не представляется возможным.

Таким образом, использование кессонной камеры при производстве ремонтных работ на порогах затворов позволяет: сократить продолжительность ремонта до двух недель; практически полностью отказаться от водолазных работ, что приводит к экономическому эффекту. В результате расчетов простой срок окупаемости составил 2 года, а с учетом дисконтирования – 3 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция ПАО «РусГидро» № 762 «О проведении ремонтных работ на порогах затворов».

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПАРАМЕТРОВ МИНИ-ГЭС ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОТДАЛЕННЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Илюхина Е.В. – студент
Науч. рук. ***Байдакова Н.В.*** – канд. техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Мини-ГЭС характеризуются такими показателями, как надежность, экологичность, компактность, и маленьким сроком окупаемости. Подобные источники энергии подходят для электроснабжения отдаленных, горных и труднодоступных районов, поскольку их электрификация невыполнима путем присоединения к централизованной электрической сети.

Объектом электроснабжения является отдаленный населенный пункт, расположенный в Республике Бурятия Курумканского района. Рядом с ним протекает р. Баргузин.

На основе данных о суточных нагрузках, предоставленных Курумканским РЭС, построим график для нашего объекта (рис. 1). Максимальная мощность в сутки составляет P = 21,5 кВт, а минимальная – 7,53 кВт [1].

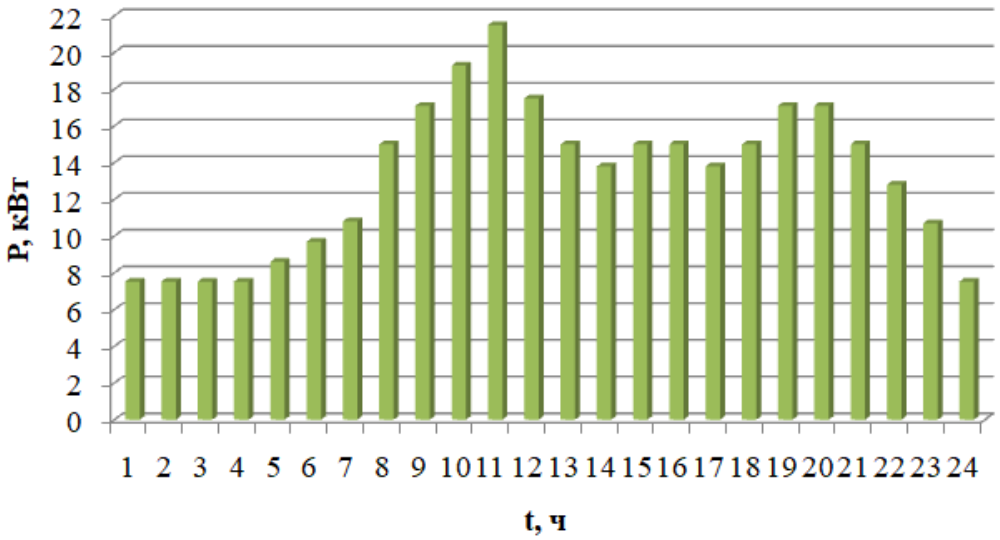

Рис. 1. Суточный график нагрузки

Исходные данные для расчета параметров мини-ГЭС представлены в табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные

Длина реки, км	∇_j, м	L_j, км	m_j, л/(с·км^2)	F_j, км^2	H, м	N_j, Вт
480	32	110	5,6	2000	10	800 000

Результаты расчета параметров мини-ГЭС представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты расчета

Расход в створе водотока, м^3/с	КПД ГЭС, %
11,2	72,812

На выбор оборудования повлияли такие факторы, как надежность и условия эксплуатации. По полученным параметрам мини-ГЭС, а именно по напору, расходу и мощности (рис. 2), выбираем пропеллерную турбину ГА-8М от компании ИНСЭТ.

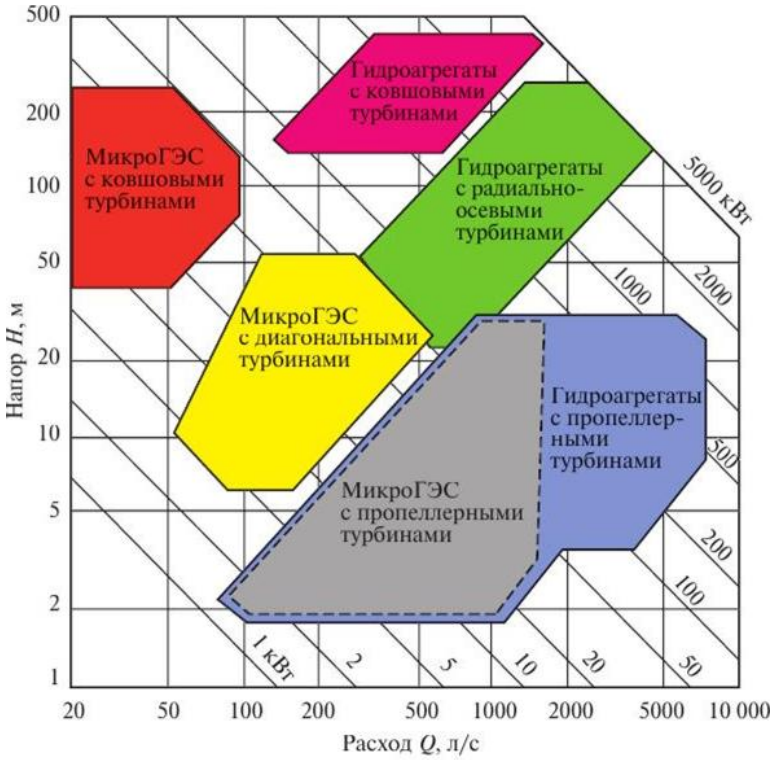

Рис. 2. Диапазон эксплуатации гидротурбин
в зависимости от напора и расхода воды

Выводы

Гидроэнергетический потенциал развития мини-ГЭС позволяет реализовывать такие проекты для электроснабжения отдаленных, горных и труднодоступных районов. Предлагается использовать в качестве источника энергии мини-ГЭС с пропеллерной турбиной ГА-8М, рассчитанной на напор 5–15 м, расход воды 3,6–10 м^3/с и мощность 800 кВт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бадмаев, А.В., Доржиев, В.В. Использование микро-ГЭС деривационного типа для электроснабжения отдаленных населенных пунктов / А.В. Бадмаев, В.В. Доржиев // Молодой ученый. – 2019. – № 24 (262). – С. 124–12.

ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОДЕЛЕЙ ВЕТРОГЕНЕРАТОРА САВОНИУСА В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Кострюков С.А., Васильев А.Р. – студенты
Науч. рук. ***Гусева Ю.В.*** – канд. физ.-мат. наук
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

На сегодняшний день актуальность развития ветроэнергетики в России, как и во всем мире, обусловлена большим ветроэнергетическим потенциалом и возрастающим спросом на электроэнергию, а также совершенствованием законодательства в области защиты окружающей среды.

Из двух основных типов ветроустановок – с горизонтальной и вертикальной осями вращения ротора – в качестве объекта исследования выбран последний, как наиболее эффективный в использовании для бытовых нужд.

Целью работы является создание физических моделей ветрогенератора Савониуса для исследования рабочих характеристик в лабораторных условиях.

Задачи исследования.

1. Создать физические модели с разным профилем лопастей ветрогенератора с ротором Савониуса для исследования рабочих характеристик генерирующей установки.

2. Разработать подход к определению энергетической эффективности ветрогенератора с ротором Савониуса на разных режимах работы.

3. Выполнить сравнительный анализ эффективности использования различных профилей лопастей ветрогенератора.

Для построения лопастей первой модели ветрогенератора с ротором Савониуса использован принцип математической спирали, которая строится на основе «золотого» сечения, при этом две лопасти образуют угол между осями в 180°. Лопасти второй модели представляют собой полуокружности, смещенные относительно друг друга на величину диаметра с углом между осями 180°. Модели для исследования выполнены посредством 3D-печати из полимерного материала.

Лабораторный стенд состоит из нагнетателя воздуха с расходом 180 м^3/ч, что обеспечивает линейную скорость ветра от 3,3 до 6,3 м/с и имитирует климатические условия степей Волгоградской области. Воздушный поток проходит через трубу диаметром 125 мм, куда по очереди помещаются разработанные 3D-модели. Фиксация и центрирование модели ветрогенераторов осуществляются с помощью валов и подшипников. Для контроля частоты вращения используется датчик Холла, который генерирует сигнал и передает его на микроконтроллер, затем сигнал обрабатывается и передается на персональный компьютер в режиме реального времени (рис. 1). Для регулировки скорости воздушного потока в трубе применен резистор переменного сопротивления.

На монитор компьютера в онлайн-режиме выводятся значения показаний частоты, коэффициента мощности и электрической мощности модельной

установки ветрогенератора. Результаты измерений в дальнейшем подвергаются математической обработке.

Рис. 1. Структурная схема лабораторной установки

Для модельных установок экспериментально полученные значения частоты вращения в номинальном режиме работы составляют 500–600 об/мин., электрической мощности порядка 20 мВт, коэффициента мощности 0,18, что сравнимо с определенными расчетными данными. Значения коэффициента мощности соответствуют значениям, приведенным в научно-технической литературе [1]. В дальнейшем планируется развитие работы с разработкой новых профилей лопастей и вариацией скорости воздушного потока с целью поиска оптимального варианта модели ветрогенератора для использования в Волгоградской области. Также планируется проведение лабораторных испытаний на модели больших размеров, созданной по оптимальным значениям параметров.

Полученные в результате исследования физические модели ветрогенераторов с ротором Савониуса могут быть использованы для комплексного исследования рабочих характеристик генерирующей установки в лабораторных условиях, в том числе для определения энергетической эффективности предложенных конструктивных решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Янсон, Р.А. Ветроустановки / Р.А. Янсон. – М.: 2007. – 36 с.: ил.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОТКАЗОВ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Мащенко С.С. – магистрант
Науч. рук. ***Иваницкий М.С.*** – д-р техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Энергоблоки – это важнейшие элементы тепловых электростанций (ТЭС) и энергосистем, от надежной работы которых зависит функционирование самой системы и объектов народного хозяйства, которые являются потребителями электроэнергии и тепла. На надежность работы энергоблоков существенное влияние оказывают большие массы металла теплоэнергооборудования, температура которого резко изменяется при переменных режимах. Температурные развертки, возникающие при этом, приводят к уменьшению надежности всего энергоблока.

Функциональная тепловая схема энергоблока (рис. 1) преобразуется в структурную схему (рис. 2) [1].

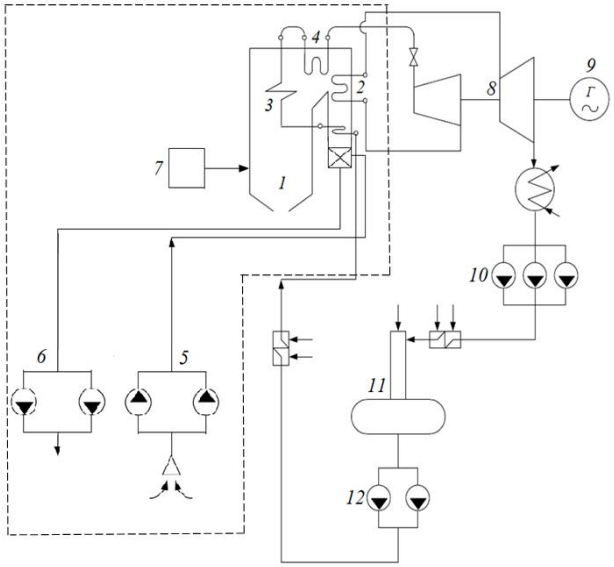

Рис. 1. Функциональная схема паротурбинного энергоблока:
1 – котел; 2 – экономайзерный участок; 3 – испарительные поверхности;
4 – пароперегревательный участок; 5 – дутьевой вентилятор;
6 – дымосос; 7 – топливоотдача; 8 – турбина; 9 – электрогенератор;
10 – конденсатные насосы; 11 – деаэратор; 12 – питательные насосы

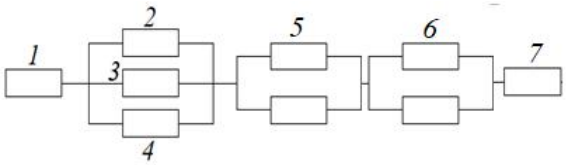

Рис. 2. Расчетная структурная схема энергоблока:
1 – котел; 2 – экономайзерный участок; 3 – испарительные поверхности;
4 – пароперегревательный участок; 5 – турбина; 6 – электрогенератор;
7 – конденсатные насосы

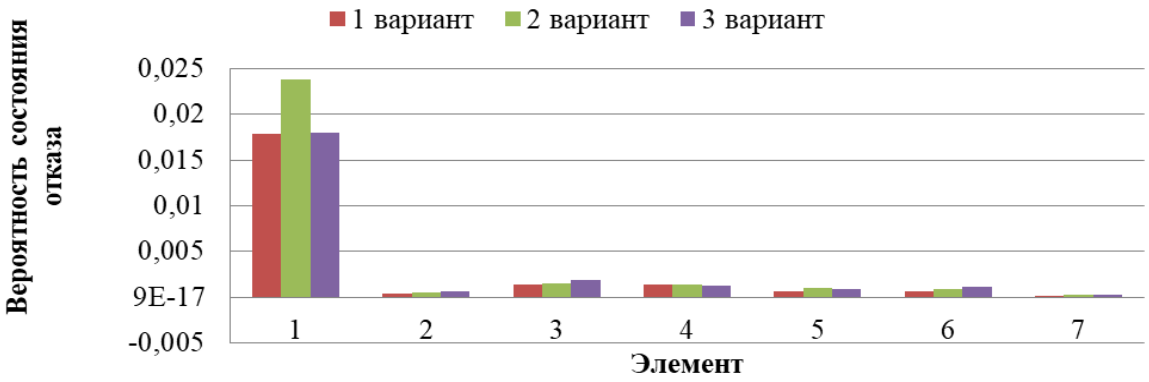

Рис. 3. Зависимости вероятностей отказа
основного технологического оборудования
и функциональных узлов для каждого из вариантов

Для каждого из указанных вариантов среди функциональных узлов наибольшей вероятностью отказа обладают испарительные поверхности, а наименьшей – система топливоподачи. Из представленных вариантов лучшими показателями обладает первый вариант (табл.).

Параметры и показатели надежности поверхностей нагрева

Параметр	Варианты		
	1	2	3
Модель дерева событий (отказов)	197,65	256,65	211,38
Вероятность состояния отказов	0,0226	0,0293	0,0241
Коэффициент простоя энергоблока	0,0221	0,0285	0,0235
Коэффициент готовности	0,9779	0,9715	0,9764

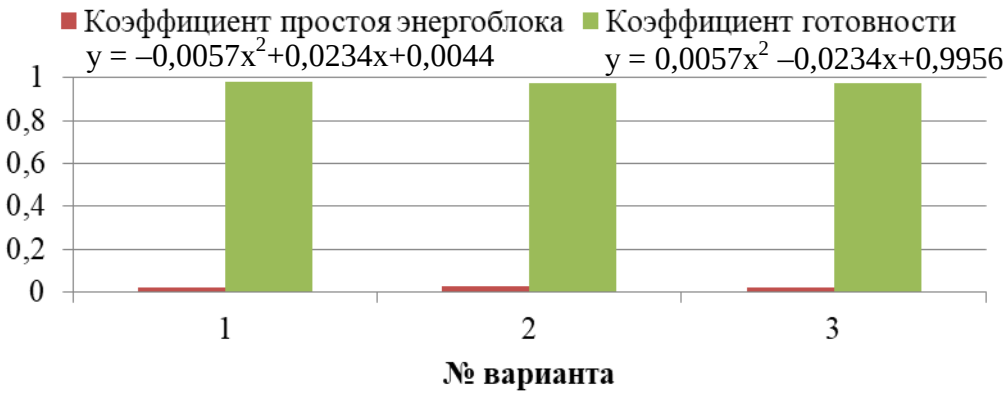

Рис. 4. Зависимость коэффициента простоя и готовности от варианта технического состояния энергоблока

Научная новизна исследования заключается в том, что предложены функциональные зависимости, которые в дальнейшем можно применять как функции прогнозирования функциональных отказов элементов котельной установки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Надежность теплоэнергетического оборудования тепловых электрических станций: учеб.-метод. комплекс для спец. 140101 – Тепловые электрические станции / АмГУ, Эн. ф.; сост. Н.Н. Храмцова. – Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2007. – 65 с.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Кудрявцев А.Ю. – студент
Науч. рук. ***Болдырев И.А.*** – канд. техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

В настоящее время известно большое количество изоляционных материалов различного типа. В условиях работы тепловых сетей согласно техническим характеристикам материалов возможно применение таких теплоизоляционных материалов, как:

– жидкая теплоизоляция;
– пенополипропилен;
– пенополистирол;
– минеральная вата.

Научная новизна исследования заключается в том, что на основе экспериментальной оценки эффективности различных изоляционных материалов создана экспериментальная установка, состоящая из пяти идентичных отрезков металлических труб с заглушенным одним торцом. На трубы нанесена теплоизоляция из представленных материалов. Отрезки труб заполняются кипящей водой, при этом регистрируется температура воды в процессе остывания.

Результаты эксперимента приведены на рисунке.

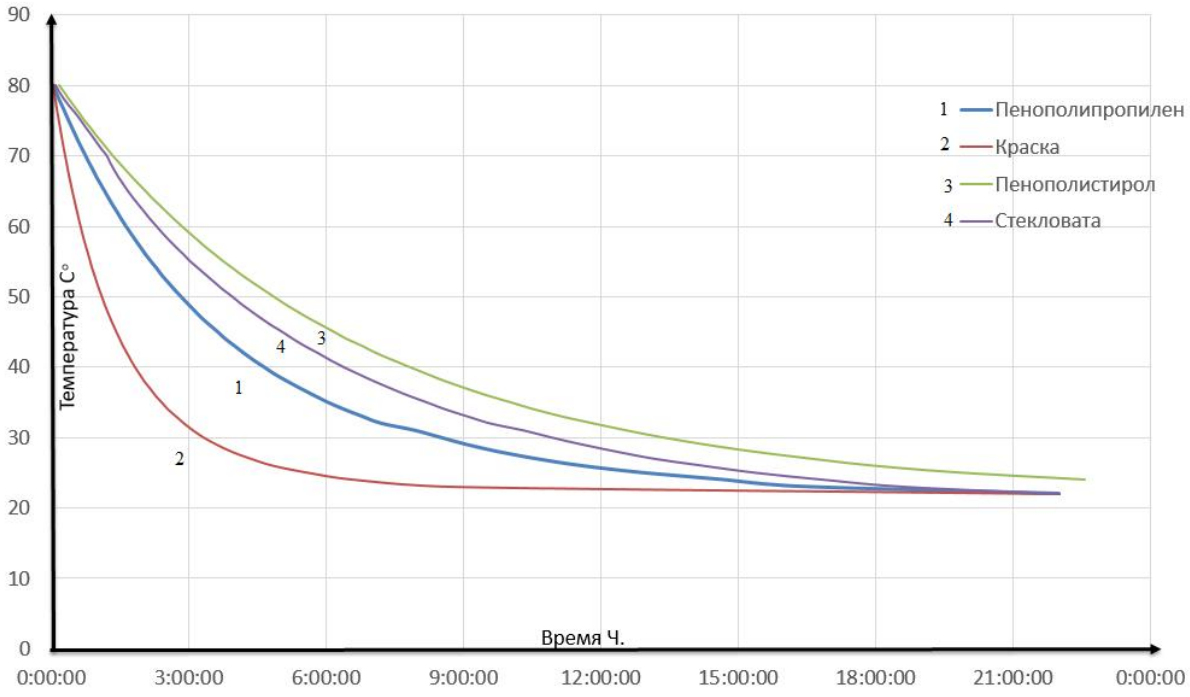

Рисунок. График остывания емкости с теплоизоляцией из различных материалов

Сравнительный анализ характеристик материалов приведен в табл.

Сравнительный анализ характеристик теплоизоляционных материалов

Материал	Теплопроводность, Вт/м·К	Потери тепла расчетные, Вт/ч	Толщина слоя, мм	Диапазон допустимых температур, °С	Фактические потери тепла, Вт/ч
Жидкая теплоизоляция	0,001	8,3	0,5	от –60 до 260	26,56
Пенополипропилен	0,025	24,0	10,0	от –100 до 150	28,00
Пенополистирол	0,029	9,9	15,0	от –50 до 95	10,30
Стекловата	0,038	18,3	10,0	от –100 до 450	24,13

Учитывая погрешность несовершенства монтажа, можно увидеть, что все представленные виды теплоизоляции, за исключением жидкой теплоизоляции, показали себя в экспериментальной части практически так же, как и при расчетах, из чего можно сделать вывод, что характеристики жидкой минерализованной краски не соответствуют заявленной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 41-103-2000. Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов.
2. СП 50.13330.2010. Тепловая защита зданий.
3. СП 124.13330.2012. Тепловые сети.
4. СП 61.13330.2012. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов.
5. СП 131.13330.2018. Строительная климатология.
6. ГОСТ Р 56779-2015. Системы распределения бытового горячего водоснабжения.

КАРБОНОВЫЕ ПОЛИГОНЫ КАК ИНСТРУМЕНТ МОНИТОРИНГА ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В АТМОСФЕРУ

Васильев А.Р., Кострюков С.А. – студенты
Науч. рук. ***Иваницкий М.С.*** – д-р техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Увеличение концентрации выбросов парниковых газов становится все более острой глобальной проблемой, так как обуславливается изменением климата. Ожидается, что к концу столетия концентрация углекислого газа может увеличиться примерно в два раза. Конкурентоспособной альтернативы традиционным технологиям сжигания углеводородов до сих пор не существует.

Одним из перспективных проектов по решению данной проблемы являются карбоновые полигоны. Карбоновые полигоны – это территории, созданные для изучения методик поглощения и измерения парниковых газов в атмосфере. Своего рода искусственные экосистемы, созданные для отслеживания выбрасываемых и удерживаемых парниковых газов в пределах заданных областей.

Стоит отметить, что реализация данного проекта полностью соответствует распоряжению Правительства Российской Федерации от 25 декабря 2019 г. № 3183-р «Об утверждении национального плана мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2022 года» [1].

Основной целью создания карбоновых полигонов является снижение концентрации парниковых газов на территории Российской Федерации. Проект основывается на методах связи углерода в органические вещества и снижении эмиссии парниковых газов.

На территории Российской Федерации существует 14 действующих карбоновых полигонов. Они расположены в Чеченской Республике, Новосибирской, Сахалинской, Калининградской, Свердловской, Калужской, Московской и Тюменской областях, Краснодарском крае и Республике Татарстан.

Данное предложение реализуется посредством оценки эмиссии и хранения парниковых газов. Для примера: в Свердловской области процесс происходит путем объединения наземных и дистанционных методов для оценки изменчивости хранения углерода и динамики потоков климатических активных газов. Однако применение наземных методов является ресурсозатратным процессом. В настоящее время особое внимание уделяется воздушному и космическому зондированию, которое заключается в сборе информации с датчиков (оптических, термических и радиочастотных). Сами установки имеют различные временные разрешения (от пары часов до недели) и разный охват исследуемой территории.

На опыте Калужской области было установлено, что удобнее всего для постройки карбоновых полигонов использовать характерные территории: степь, лесные участки и заболоченные местности. Данный выбор основан на том, что территория должна обладать характерными показателями для максимальной оценки выбросов.

Научная новизна исследования заключается в том, что предложено использование карбоновых полигонов как инструмента для слежения за эмиссией парниковых газов в атмосфере. Данное решение позволит развивать исследования в области потенциалов растений связываться с углеродом на разных этапах их жизни. Внедрение полигонов позволит повысить эффективность применения различных методов улавливания парниковых газов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 декабря 2019 г. № 3183-р «Об утверждении национального плана мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2022 года».

ПРИМЕРЫ ОБРАТИМЫХ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Котолкян Л.Г., Аввакумов Т.А. – студенты
Науч. рук. ***Одоевцева М.В.*** – канд. техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Значительная часть химических реакций, протекающих в теплоэнергетике, являются обратимыми. Рассмотрим обратимые реакции на примере наиболее ярких демонстрационных опытов с образованием молекулярного йода.

Первая реакция – Ландольта – Дачмана, или «египетская ночь».

В данном эксперименте протекают три основные реакции:

– перекиси водорода (в кислой среде) с ионами йода;

– молекулярного йода с тиосульфатом натрия;

– образование трийодид-иона при взаимодействии йодида натрия и молекулярного йода.

Образование триийодид-иона окрашивает раствор с крахмалом в темно-синий цвет. Регулирование концентрации ионов H^+ обеспечивает изменение концентрации трийодид-иона и, следовательно, меняется интенсивность окрашивания раствора. Увеличение концентрации тиосульфата натрия препятствует образованию трийодид-иона, и раствор не окрашивается.

Вторая реакция – Бриггса – Раушера.

Реакция протекает в одиннадцать стадий. При окислении малоновой кислоты перекисью водорода в присутсвии иодата калия образуется молекулярный йод. Регулирование концентрации молекулярного йода изменяет окраску раствора из бесцветной в желтую и обратно. Скорость этой реакции возрастает в присутствии ионов марганца (II). Наличие крахмала в реакционной среде обеспечивает дополнительное синее окрашивание раствора.

Изменение цветов происходит до тех пор, пока не восстановится весь йодат калия или не окислится вся малоновая кислота. Реакция протекает при $pH < 7$, то есть в кислой среде. Введение дополнителного количества йодата калия или малоновой кислоты изменит интенсивность окраски раствора.

Вывод

Обе реакции идут до тех пор, пока полностью не израсходуются их реагенты или промежуточно образованные соединения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. https://pikabu.ru/story/reaktsii_briggsaraushera_khimicheskie_chasyi_5039720
2. https://in-chemistry.ru/egipetskaya-noch
3. https://studopedia.ru/5_4760_obratimie-i-neobratimie-protsessi-krugovie-protsessi-tsikli-printsip-deystviya-teplovoy-mashini.html
4. https://studopedia.ru/5_4760_obratimie-i-neobratimie-protsessi-krugovie-protsessi-tsikli-printsip-deystviya-teplovoy-mashini.html

АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ МИКРОГЕНЕРАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА В МАЛЫЙ БИЗНЕС

Кузнецов А.С., Михайлова О.В. – магистранты
Сорокин Н.А. – студент
Науч. рук. ***Зенина Е.Г.*** – канд. техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

На сегодняшний день малый бизнес в России за счет развития энергетики получил возможность самостоятельной генерации энергии. Такое направление имеет много перспектив: сокращение ежегодных статей расходов, улучшение условий, способствующих развитию малых предприятий, а также повышение качественных характеристик эксплуатационных свойств рассматриваемых объектов [1].

В данной статье в качестве примера малого бизнеса было выбрано снабжение энергоресурсами места отдыха (туристической базы). Данный вид малого бизнеса востребован круглый год и нуждается в большом количестве электроэнергии: освещение, водяные насосы, различное электрическое оборудование, средства для подогрева (замой) и охлаждения (летом) жилых помещений. При этом чем выше уровень комфорта для потребителя, тем больше расход электроэнергии для владельца малого бизнеса [2, 3].

Для сравнительного расчета технико-экономических показателей от внедрения микрогенерационного комплекса зададимся электрической мощностью, необходимой заказчику, равной 400 кВт. Данная мощность является приблизительной средней мощностью для выбранного предприятия в течение всего года. Стоимость электрической энергии при средней стоимости 8 руб. за киловатт-час для индивидуальных предпринимателей в этом случае составит примерно 19,5 млн руб.

В качестве микрогенерационного комплекса для данного предприятия рассматривается газопоршневая установка (ГПУ) номинальной мощностью 500 кВт. Для эффективной работы установок подобного типа не рекомендуется нагружать их свыше 80 % от номинальной мощности, поэтому на выходе мы имеем 400 кВт, чего будет вполне достаточно. Расход газа для работы установки на номинальной мощности составляет 120 нм^3/ч. При средней стоимости газа 7 руб. за 1 нм^3 годовая стоимость газа, необходимого для производства заданного количества электрической энергии в год, составит 5,1 млн руб., что почти в 4 раза меньше, чем цена за электрическую энергию.

ГПУ поставляется в специальном контейнере, который содержит в себе все необходимые защиты и автоматику. Схема расположения ГПУ в контейнере представлена на рисунке. Для сохранения окружающей среды контейнер укомплектован системами очистки выхлопных газов и утилизации тепла. Для обеспечения тишины вокруг комплекса малой генерации стены контейнера ГПУ оборудуются дополнительной изоляцией, при этом шум от рабочей установки

не превышает 45 дБА, что равносильно обычному, спокойному разговору. Средняя стоимость данных установок в полной комплектации составляет примерно 35 млн руб.

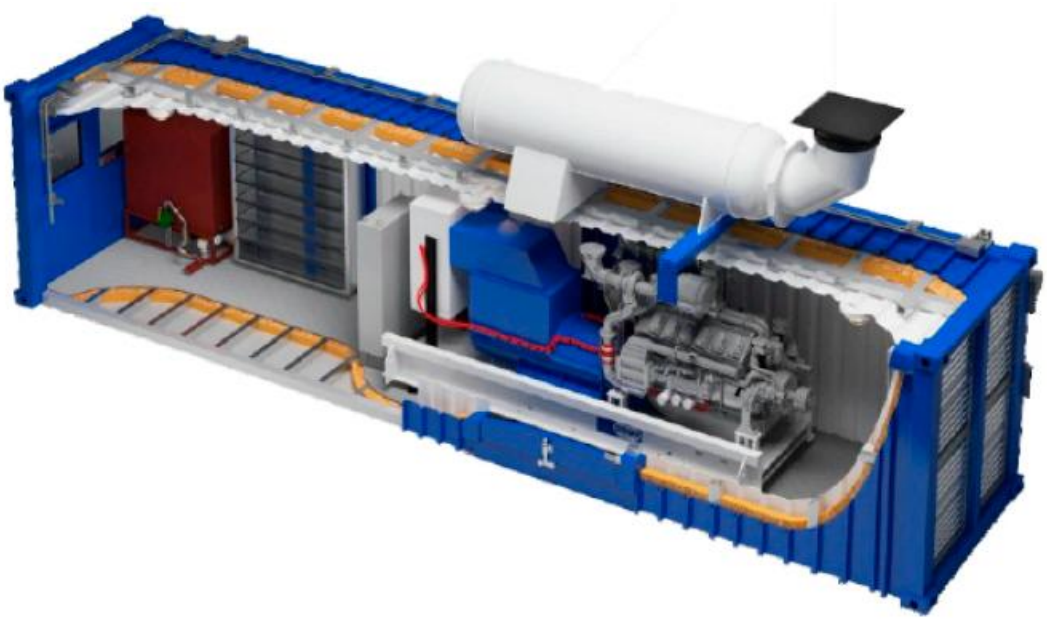

Рисунок. Контейнер с ГПУ

С учетом всех цифр и расчетов, представленных выше, срок окупаемости такого комплекса составит примерно 3 года. В этот срок также включены стоимости плановых технических обслуживаний и капитальных ремонтов для ГПУ, а также ежегодные отчисления в собственный амортизационный фонд предприятия.

ГПУ укомплектована системой утилизации тепла, что позволит снизить нагрузку на установку использования отходящего тепла на обогрев помещений (когенерация). В данном случае нагрузка на ГПУ снизится, как и затраты на газ, срок до проведения капремонта будет увеличен, что уменьшит срок окупаемости данной установки. При этом КПД ГПУ за счет вторичного использования отходящего тепла повысится.

Комплекс, представленный для электро- и теплоснабжения туристической базы, может быть успешно реализован и в других видах предприятий: торговый или офисный центр, СНТ, малое производство. Для более точных расчетов нужно четко составленное техническое задание, понимание того, что необходимо заказчику с учетом перспективы развития бизнеса и точные параметры потребления электричества, газа и горячей воды до внедрения комплекса малой генерации. Но даже по предварительным расчетам понятно, что данная модель окупается и заслуживает внимания для внедрения на предприятиях малого бизнеса.

Новизна исследования заключается в том, что предложен подход к выбору оборудования для микрогенерационного комплекса на основе ГПУ, который

зависит графика тепловых и электрических нагрузок потребления энергоресурсов и вариантов поставки энергетического оборудования на рынок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кобец, Б.Б. Smart Grid как концепция инновационного развития электроэнергетики за рубежом / Б.Б. Кобец, И.О. Волкова, В.Р. Окороков // Энергоэксперт. – 2010. – № 2. – URL: chrome-extension: //efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://publications.hse.ru/pubs/share/ folder/f6wvtritxj/71907645.pdf

2. Савина, Н.В. Инновационное развитие электроэнергетики на основе технологий Smart Grid: учеб. Пособие / Сост. Н.В. Савина. – Благовещенск: АмГУ, 2014. – 136 с. – URL: https://e.lanbook.com/book/156465

3. Конев, А.В. Энергетика, Smart Grid, интеллектуальные транспортные сети. Практические возможности в России / А.В. Конев, В.П. Куприяновский, А.Ю. Бадалов, А.Г. Богданов, С.А. Волков, С.А. Синягов. – URL: https://arcreview.esri-cis.ru/2012/05/08/practical-opportunities-in-russia/

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВОК ОБРАТНОГО ОСМОСА В СХЕМАХ ОБЕССОЛИВАНИЯ ВОДЫ С СОКРАЩЕННЫМ КОЛИЧЕСТВОМ СТОКОВ

Мишакова А.А. – магистрант
Науч. рук. ***Одоевцева М.В.*** – канд. техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Применение установок обратного осмоса в настоящее время является самым эффективным способом получения обессоленной воды для нужд производств [1]. В процессе работы мембранные элементы установок подвергаются загрязнению и требуют проведения химических очисток. Работа установки обратного осмоса определяется чистотой поверхности мембранных элементов и сокращением количества стоков [2, 3]. В данной работе рассматривается способ очистки мембранных элементов, повышающий эффективность УОО, а также метод сокращения количества засоленных стоков путем их очистки.

В качестве объекта исследования использовался концентрат после двухстадийной обратноосмотической установки (УОО). Был рассмотрен ионообменный способа умягчения концентрата.

Ионообменный способ реализовывался с использованием ионита в натриевой форме. Концентрат пропускался через катионит марки WATEX-объемом 400 мл со скоростью 30 мл/мин.

Из представленных данных (табл. 1) видно, что жесткость концентрата снизилась в 1520 раз.

Умягченный концентрат подавался на тестовую установку обратного осмоса для разделения потока и получения двух целевых продуктов.

Таблица 1

Ионный состав концентрата

Показатели	Размерность	Значения	
До ионообменного умягчения			После ионитного фильтра
$Ж_о$	мг-экв/дм^3	15,20	0,01
$Ж_{Ca}$	мг-экв/дм^3	10,0	–
$Ж_{Mg}$	мг-экв/дм^3	5,2	–
$Щ_о$	мг-экв/дм^3	8,8	8,0
Окисляемость	мг/дм^3 $KMnO_4$	105,0	94,8
Na^+	мг/дм^3	111	285
Cl^-	мг/дм^3	133	133
Электропроводность	мкСм/см	1840	2384
pH	–	8,2	8,2

Эксперимент проводился с использованием тестовой установки при исходном давлении 0,7 МПа, производительности по пермеату 3,53 л/ч и концентрату 3,058 л/ч, конверсии 54 %. Умягченный концентрат подавался на тестовую установку обратного осмоса для снижения расхода по исходной воде.

Таблица 2

Ионный состав концентрата и пермеата

Показатели	Концентрат	Пермеат
$Ж_о$, мг-экв/дм^3	1,2	–
$Щ_о$, мг-экв/дм^3	12	1
Na^+, мг/дм^3	209,30	0,93
Cl^-, мг/дм^3	249,000	1,418
Электропроводность, мкСм/см	3776	21

По предлагаемой схеме количество концентрата УОО сокращается на 50–60 %. Образующийся концетрат является раствором солей натрия и может использоваться как основа для приготовления регенерационного раствора для Na-катионитных фильтров.

Научная новизна исследования заключается в том, что разработан способ повышения эффективности работы мембранных элементов УОО с учетом состава отложений.

Вывод

Увеличение эффективности работы мембранных элементов УОО достигается за счет: оптимизации режима химических очисток и правильного подбора реагентов, исходя из состава отложений; использования комбинированного метода очистки концентрата после двухстадийной обратноосмотической установки для сокращения количества засоленных стоков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кочаров, Р.Г. Теоретические основы обратного осмоса: учебное пособие / Р.Г. Кочаров. – М.: РХТУ им. Д И. Менделеева, 2007. – 143 с.
2. Пантелеев, А.А. Технологии мембранного разделения в промышленной водоподготовке / А.А. Пантелеев и др. – М.: ДеЛи плюс, 2012. – 429 с.
3. Федоренко, В.И. Ингибирование осадкообразования в установках обратного осмоса / В.И. Федоренко // Критические технологии. Мембраны.– 2003. – № 2 (18). – С. 23–30.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ КОМПЛЕКСОВ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ Г. ВОЛЖСКОГО

Усанов Д.Д. – магистрант
Науч. рук. ***Трохимчук М.В.*** – канд. геол.-минерал. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Применение альтернативных возобновляемых источников энергии (АВИЭ) наиболее оправданно для вновь вводимых мощностей, а также для удаленных регионов с ограниченным доступом энергетических ресурсов. Это повышает надежность, автономность и кризисоустойчивость системы энергообеспечения рассматриваемого объекта.

Основными недостатками солнечных коллекторов являются:

– зависимость от погодных условий, то есть эффективность системы снижается в период низкой инсоляции;

– объем капиталовложений слишком высокий;

– сложность при монтаже.

Преимуществ у солнечных коллекторов все-таки больше, чем недостатков:

– уменьшение затрат на горячее водоснабжение (ГВС) примерно от 40 % до 80 %;

– автономность источника энергии при этом полная;

– увеличивается срок службы оборудования основной отопительной системы за счет снижения нагрузки на нее;

– примерный срок окупаемости около 5 лет, а срок эксплуатации – от 25 до 30 лет;

– экологичность решения [1].

Инсоляция является количественным показателем при оценке потока солнечной энергии на единицу площади поверхности и зависит от географической широты местности. На рис. 1 представлено распределение суммарной солнечной радиации на наклонную поверхность.

Примером может послужить такая полезная модель, как плоский вакуумный солнечный коллектор (рис. 2–4).

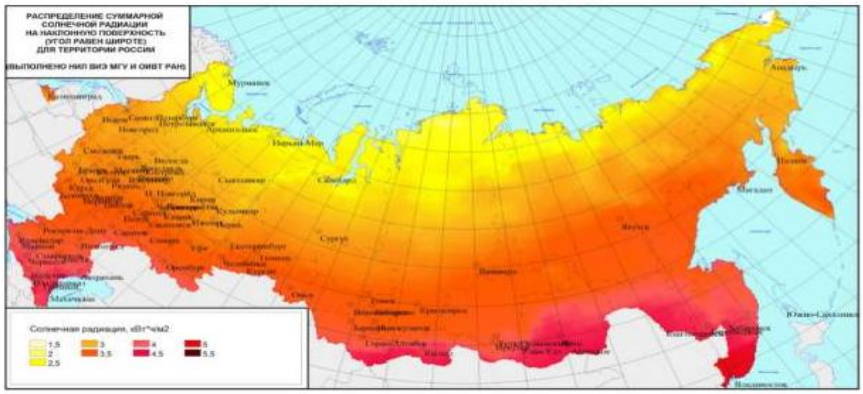

Рис. 1. Карта распределения суммарной солнечной радиации на наклонную поверхность [2]

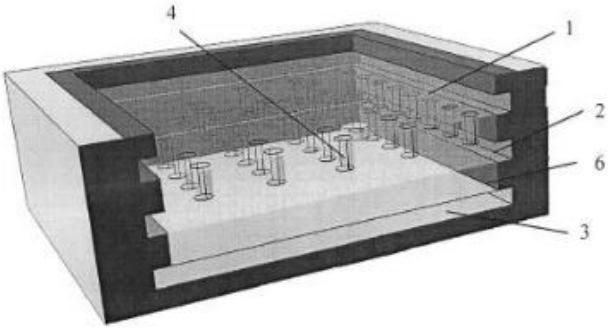

Рис. 2. Фронтальное сечение плоского вакуумного солнечного коллектора

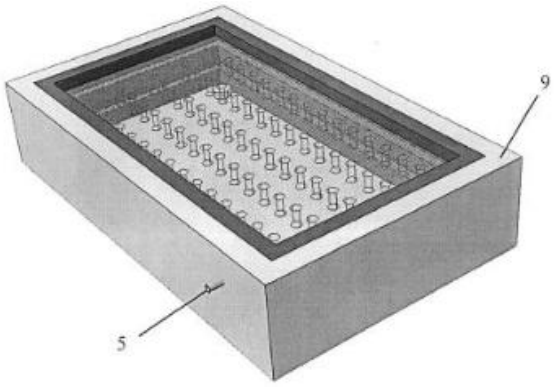

Рис. 3. Общий вид сверху коллектора

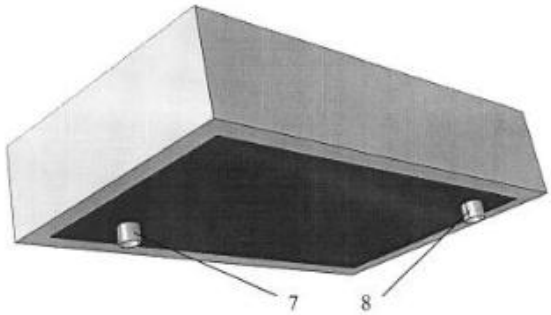

Рис. 4. Общий вид коллектора снизу

Плоский вакуумный солнечный коллектор состоит из: *1* – внешняя стеклянная панель; *2* – внутренняя стеклянная панель; *3* – задняя плоская стеклянная панель (может быть изготовлена из пластика); *4* – упоры (количество определяется в зависимости от величины разряжения); *5* – трубка контроля разрежения; *6* – теплоноситель; *7*, *8* – патрубки (они установлены таким образом, что при расположении коллектора под углом к горизонту в процессе эксплуатации выпускной патрубок *8* размещен выше выпускного патрубка *7*, причем с противоположной стороны); *9* – термоизоляционный слой.

В основу полезной модели поставлена задача создания нового плоского вакуумного солнечного коллектора, в котором улучшаются теплоизоляционные свойства, что уменьшает потери и повышает коэффициент полезного действия. Это приводит к уменьшению теплопотерь из-за чрезмерного инфракрасного излучения, удешевляется процесс изготовления, повышается эффективность использования солнечной энергии, а также надежность и безопасность работы коллектора.

Поставленная задача решается тем, что в плоском вакуумном солнечном коллекторе между панелями создан вакуум, между внешней прозрачной панелью и задней панелью установлена внутренняя прозрачная панель. Как абсорбер использован окрашенный в темный цвет теплоноситель, вакуум создан в пространстве между внешней и внутренней прозрачными панелями, где содержится разреженный до 0,2–0,5 атм воздух, и между этими панелями установлены упоры, при этом в коллекторе установлены с возможностью перемещения через них теплоносителя при его нагревании впускной и выпускной патрубки. Научная новизна исследования заключается в следующем: между внешней и внутренней панелями вмонтирована система контроля разрежения; упоры изготовлены из прозрачного материала, коэффициент теплопроводности которого не более 0,5 Вт/(м·К), например, из органического стекла; корпус имеет теплоизоляционный слой, выполненный на задней панели и по периметру корпуса [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юмаев, Н.Р., Юсуфбеков, Н.Ш. Исследование влияния погодных условий на параметры работы солнечных батарей в естественных условиях эксплуатации / Н.Р. Юмаев, Н.Ш. Юсуфбеков // Технические науки: традиции и инновации: материалы III Международной научной конференции (г. Казань, март 2018 г.). – Казань: Молодой ученый, 2018. – С. 52–57.

2. https://koyger.livejournal.com/73614.html

3. Пат. 165800 РФ. Плоский вакуумный солнечный коллектор/ Хворостяный А.Д.; патентообладатель(и) Хворостяный А.Д.; заяв. 24.09.2015; опубл. 10.11.2016.

Соколов, Е.Я. Центральное регулирование современных городских систем теплоснабжения / Е.Я. Соколов // Электрические станции. – 1963. – № 10. – С. 23–30.

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ИОНООБМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК И ОЦЕНКИ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОТЛОВ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ

Чумаков Н.Г. – магистрант
Науч. рук. ***Одоевцева М.В.*** – канд. техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Водоподготовка для котельной предназначена для обеспечения продолжительной эксплуатации промышленных котельных. Низкое качество воды способствует быстрому изнашиванию оборудования, что приводит к высоким затратам на его ремонт и модернизацию. С помощью качественных и правильно подобранных ионообменных материалов продлевается «жизнь» котельного оборудования и увеличиваются показатели его работы [1].

Надежность, безопасность и экономичность котла существенно зависит от качества питательной воды. Накипь толщиной в 2–3 мм вызывает резкое повышение температуры стенок экранных и жаровых труб (до 800–900 °С). Перерасход топлива при этом для некоторых типов котлов может составлять 2–4 %.

Качественный ионообменный материал обеспечивает должный водно-химический режим работы котла и питательного тракта без повреждения их элементов из-за отложений накипи и шлама, повышения или снижения относительной щелочности котловой воды до опасных пределов или в результате коррозии металла.

На промышленных предприятиях используются котлы малой и средней мощности. В качестве водоподготовительных установок используются фильтры с автоматическими клапанами, управляющие процессами фильтрации, регенерации и отмывок. Программа данных клапанов основывается на средних показателях качества используемого фильтрующего материала.

Подбор показателей качества ионитов производился на основании предварительных исследований в условиях использования ионитов в схемах водообработки на промышленных предприятиях с учетом паспортных характеристик производителя. Например, перечень основных технологических показателей качества ионита при входном контроле составил: объемная доля рабочей фракции (%), эффективный размер зерен (мм), коэффициент однородности, динамическая обменная емкость (ДОЕ, моль/м^3), внешний вид, удельный расход на отмывку от регенеранта.

Для оценки качества обрабатываемой воды использовались известные методы химического анализа, лабораторные приборы химического контроля. Выбор катионита КУ-2-8 в Na-форме для исследований обоснован опытом работы с ним в схемах ВПУ для котельного оборудования малой и средней мощности. Результаты испытаний и нормативы из технических документов представлены в табл.

Результаты испытаний и нормативы из технических документов

Наименование показателя	Значение показателя		
	СТО ВТИ 37.002-2005 [2]	**ГОСТ 20298-74 [3]**	**Результаты испытаний**
Внешний вид анионита	–	Сферические зерна от желтого до темно-коричневого цвета	Сферические зерна белого цвета и полупрозрачные от желтого до темно-коричневого цвета
Удельный расход воды на отмывку от регенеранта, $дм^3/дм^3$	2–4	–	9–10
Динамическая обменная емкость с заданным расходом регенерирующего вещества (в Н-форме), $моль/м^3$	440–470	526	377
Гранулометрический состав: – размер зерен, мм	–	0,315–1,250	0,315–1,000
– эффективный размер зерен, мм	0,42–0,48	0,40–0,55	0,57±0,14
– коэффициент однородности	1,5–1,7	не более 1,7	1,25
– объемная доля рабочей фракции, %	99,5–100,0	не менее 96,0	98,0

На основании данных таблицы можно сделать следующие выводы:

– расход на отмывку анализируемой ионообменной смолы в 2 раза выше требований по ГОСТу [3] и СТО [2], что приведет к увеличению собственных нужд водоподготовительного оборудования;

– снижение динамической обменной емкости приведет к снижению фильтрацикла и увеличению числа регенераций;

– внешний вид анализируемой смолы не соответствует нормативной документации, что подтверждает наличии в ней смолы другого типа;

– данный катионит уже находился в эксплуатации;

– состояние катионита по показателям качества не соответствует требованиям действующих нормативно-технических документов.

При подготовке к испытаниям было выявлено сильное загрязнение промывочных вод с анализируемого катионита, наличие крупнодисперсных примесей, мути и повышенное содержании взвешенных веществ. Следовательно, при загрузке данного материала в фильтр все загрязняющие вещества могут попасть непосредственно в котельное оборудование и привести к критическому загрязнению поверхностей нагрева. Научная новизна исследования заключается в том, что предложена экспертная система контроля ионообменных материалов водоподготовительных установок и оценки условий эксплуатации котлов малой и средней мощности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семенова, Е.В. Комплексный подход к повышению ресурсо- и энергоэффективности котельной / Е.В. Семенова, Д.С. Бунин, А.А. Пруцков, М.В. Одоевцева // XXII Межвузовская научно-практическая конференция молодых ученых и студентов, г. Волжский, 23–25 мая 2016 г.: тезисы докладов. – Волжский: Филиал МЭИ в г. Волжском, 2016. – 199 с.

2. СТО ВТИ 37.002-2005. Основные требования к применению ионитов на водоподготовительных установках тепловых электростанций. Технологические рекомендации по диагностике их качества и выбору. – Челябинск: ОАО «ВТИ», 2006.

3. ГОСТ 20298-74. Смолы ионообменные. Катиониты. Технические условия. – М.: Издательство стандартов, 1991.

АНАЛИЗ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПРЕЖДЕВРЕМЕННОГО ОТКАЗА ОБОРУДОВАНИЯ

Хропост Д.А. – магистрант
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Основным критерием процветания организации является ее способность работать непрерывно и поддерживать относительно стабильный и высокопроизводительный производственный поток. Надлежащее техническое обслуживание (далее ТО) производственной системы является основным фактором стабильной и удовлетворительной работы [1]. Эффективная стратегия технического обслуживания не только снижает вероятность выхода из строя деталей машин или простоев машин, нарушающих производственные графики, но также служит стратегией повышения эффективности и срока службы машин, качества процессов и производительности труда [2].

Концепция ТО направлена на разработку и внедрение технической процедуры, которая поддерживает предотвращение или исправление преждевременного отказа инженерных систем с наименьшими затратами и временем без ущерба для производительности системы и параметров безопасности. Продуктивные стратегии зависят от направленности и целей конкретной компании, при этом такие факторы, как квалификация, мотивация, межличностные отношения, обучение и переподготовка, определяют функциональность человеческого фактора. Эффективная система обслуживания является основой эффективной производственной системы, поэтому оценка обслуживания является важной частью повышения прибыльности в промышленности [3].

Тот факт, что ни одно оборудование не может работать со 100%-ной эффективностью, говорит о том, что без правильной адекватной стратегии обслуживания срок службы оборудования на объекте может быть коротким.

Таким образом, проблема ТО не ограничивается фактическими операциями по ремонту и замене, но также связана с локальными и глобальными системами поддержки управления. Текущий опыт требует использования

соответствующей стратегии обслуживания производственного оборудования и систем.

Оборудование, как и любой другой объект, часто подвергается износу независимо от его использования. Воздействие на машину/оборудование различных условий окружающей среды (коррозия, электрический заряд, магнитное поле, усталость и т. д.) со временем приводит к дорогостоящим последствиям; поэтому существует острая необходимость в сознательных усилиях по его сохранению и восстановлению.

Исследования показали, что на практике существует большое количество стратегий решения задач управления ТО, однако ни одна стратегия не может решить все проблемы ТО. Три типа технического обслуживания были классифицированы как критически важные стратегии, которые можно адаптировать к различным ситуациям отказа оборудования и которые могут минимизировать затраты на техническое обслуживание. Это корректирующее обслуживание, профилактическое обслуживание и поддержание состояния.

Практической проблемой в наиболее производительной системе является большой объем объектов разного уровня сложности, которые требуют развертывания усилий по обслуживанию для максимизации производительности организации. Затратами на техническое обслуживание можно управлять только путем надлежащего аудита оборудования. Это значительно сократит трату экономического капитала на многие тривиальные элементы инвентаря. Идея определения некоторых выбранных устройств, как критически важных, родилась из-за того, что некоторые машины жизненно важны для производства. Они также считаются ключевой частью производственного процесса. Очевидно, что идентификация критического устройства может быть проблематичной из-за сложных взаимодействий и взаимосвязей между идентифицированными устройствами, особенно в тех случаях, когда системы работают как замкнутый контур. Таким образом, идентификация критически важного оборудования имеет важное значение для разработки эффективной стратегии обслуживания [3].

Предприятие обычно эксплуатирует большое количество оборудования для своего производства. Таким образом, для идентификации критического оборудования рассматриваются следующие процедуры.

Шаг 1. Проведение аудита оборудования

Форма оценки информации для извлечения информации о наборе оборудования, используемого в выбранных компаниях-производителях. Такая информация, как функции оборудования, часы работы в день и часы сверхурочной работы в день.

Шаг 2. Распределение данных анализа оборудования

Из данных или записей поломок появляется следующая информация:

– оборудование или компонент, который чаще всего выходил из строя за последние два года;

– общее количество отказов оборудования за два года;

– общее время простоя каждого оборудования в течение двух лет.

Для этого исследования с целью анализа рассматривается двухлетняя продолжительность.

Шаг 3. Модель параллельных критериев

Используется метод параллельных критериев, который включает в себя безопасность, производительность, надежность, наличие запасных частей, частоту отказов [4].

Производство наблюдается с точки зрения повреждения оборудования и его последующего влияния на производство. Это измеряется следующим образом:

$$Pf = \frac{Pl}{Sc} \cdot 100, \tag{1}$$

где Pf – производственный фактор; Pl – производственные потери; Sc – устойчивая мощность оборудования.

Расчетная мера, основанная на значении показателя ненадежности оборудования и его рейтинга критичности. Уравнение для расчета балла ненадежности оборудования приведено следующим образом:

$$RF = \left[1 - \left[\frac{8760 - (UDT + SDT}{8760 - SDT}\right]\right] \cdot 100, \tag{2}$$

где RF – коэффициент надежности; время незапланированного простоя (UDT) – время незапланированной остановки рабочего оборудования; запланированное время простоя (SDT) – время запланированной остановки рабочего оборудования; 8760 – это константа, полученная путем умножения 365 (рабочих дней оборудования) на 24 часа каждого дня.

Уравнение, используемое для расчета показателя доступности запасных частей, выглядит следующим образом:

$$SAF = \left[1 - \frac{SUC}{RUC} \cdot 100\right], \tag{3}$$

где SAF – запасной коэффициент доступности; SUC – мощность резервного блока; RUC – производительность погонной единицы. Если $SAF < 0$, то оценка SAF принимается равной 0.

Частота отказов представляет собой добавление отказов за последние 2 года. Это рассчитывается на основе количества отказов, зарегистрированных за последние два года стабильной работы, следующим образом:

$$FOF = \left(\frac{кол - во\ отказов}{2}\right) \cdot 100, \tag{4}$$

где FOF – частота отказов.

Если $FOF > 100$, то оценка FOF принимается равной 100 (с максимальным значением критичности равным 100).

На основе полученных данных составляется сводная таблица всех критериев. Определяется оценка критичности оборудования и приоритет для его стратегического обслуживания. Результат этого исследования состоит из двух этапов: оценка оборудования и оценка стратегий технического обслуживания.

Научная новизна исследования заключается в том, что предложена модель прогнозирования стратегического технического обслуживания для предотвращения преждевременного отказа оборудования.

Таким образом, представленная модель классификации оборудования, основанная на определенных гибридных критериях, может помочь лицам, принимающим решения, определить приоритеты обслуживания оборудования на основе значения рейтинга критичности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аль-Саггаф, Х.А. Инженер по техническому обслуживанию качества / Х.А. Аль-Саггаф. – 1997. – С. 341–353.

2. Рейс, А.К.Б. Инженер по техническому обслуживанию качества / А.К.Б. Рейс. – 2009. – С. 259–270.

3. Сурьяди, К., Сетьянта, Х. // Международный симпозиум по аналитическому иерархическому процессу. – 2009. – С. 1–17.

4. Аль-Наджар, Б. // Журнал качества в области технического обслуживания. – 2012. – С. 401–416.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ УЧЕТА ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ НА ПОДСТАНЦИИ 220 КВ КИРОВСКАЯ

Кузнецова А.Б., Кузнецов Д.А. – магистранты
Науч. рук. ***Кущ Л.Р.*** – канд. техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

В рыночных условиях этап реализации электроэнергии является основным для энергосистемы и потребителей.

В настоящий момент самой актуальной задачей для любого промышленного предприятия является эффективное энергосбережение, которое обеспечивает конкурентоспособность в условиях постоянного роста стоимости электроэнергии и нестабильности экономической ситуации, поэтому наиважнейшим шагом на пути становится создание автоматизированных информационных измерительных систем (АИИС КУЭ и АИИС ТУЭ).

На примере объекта электроэнергетики Волгоградской энергосистемы ПС 220 кВ Кировская (ПАО «ФСК ЕЭС») проведен анализ технической необходимости разработки АИИС КУЭ в реальных экономических условиях. В свою очередь, развитие рынков электроэнергии и мощности в значительной мере повлияло на всю структуру коммерческого и технического учетов,

существенное расширение и усложнение связанных функций. Возникла необходимость измерения коммерческих значений расходов электроэнергии и мощности на заданных интервалах времени с целью применения дифференцированных и многоставочных тарифов, а также внедрение новых эффективных механизмов управления спросом промышленных потребителей электрической энергии Волгоградской энергосистемы с целью повышения экономической деятельности предприятий.

Новейшая АИИС КУЭ демонстрирует универсальную трехуровневую автоматизированную систему с организационным управлением и направленной функцией измерения. Система один раз в сутки автоматизированно сформировывает файл отчета с результатами измерений и автоматически отправляет его в программно-аппаратный комплекс АО «Администратор торговой системы оптового рынка электроэнергии Единой энергетической системы» и в АО «Системный оператор Единой энергетической системы». Показания и результаты измерений позволят использовать весь современный потенциал автоматизации объекта электроэнергетики как для оперативного управления, так и для снижения издержек собственника оборудования ПС 220 кВ Кировская (ПАО «ФСК ЕЭС»), связанных с эксплуатацией и содержанием объекта.

Во внедряемой АИИС КУЭ применяется специализированное программное обеспечение СПО АИИС КУЭ ЕНЭС (Метроскоп), произведенное ООО «Центр энергоэффективности ИНТЕР РАО ЕЭС», г. Москва, которое осуществляет обработку, организацию учета и хранения результатов измерения, отображение, распечатку и передачу в форматах, предусмотренных регламентом оптового рынка электроэнергии.

Повышение надежности, точности и верности измерений электроэнергии, а также получение легитимных коммерческих данных о мощности (нагрузке), позволят усовершенствовать учет в электрических сетях всех уровней напряжений ПС и снижать коммерческие потери, а также создает предпосылки для увеличения полезного отпуска электроэнергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лоскутов, А.Б. Автоматизированная система контроля и учета электроэнергии / А.Б. Лоскутов, А.И. Гардин, А.А. Лоскутов. – 2018.

2. Волосникова, М., Козлова, О. Новые правила функционирования розничных рынков электрической энергии: взгляд глазами потребителей / М. Волосникова, О. Козлова // Электротехнический рынок. – 2013.

3. РД 34.11.321-96. Нормы погрешности измерений технологических параметров электростанций и подстанций.

4. РД 34.11.114-98. Автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии и мощности. Типовая методика выполнения измерений электроэнергии и мощности.

АНАЛИЗ СПОСОБОВ КОНТРОЛЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА ТРАСФОРМАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

Железнов Н.А. – студент
Науч. рук. ***Шибитов В.С.*** – канд. техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Передача информации о мгновенных значениях тока и напряжения между источниками и приемниками в составе цифровой подстанции осуществляется в цифровом виде с использованием протокола SV (МЭК 61850-9-2) [1]. Корректная работа алгоритмов релейной защиты, реализуемых в составе интеллектуальных электронных устройств [2], возможна при получении ими достоверной информации о состоянии защищаемого объекта. Наличие различного рода искажений в цифровом сигнале может привести к неправильной работе устройств релейной защиты, поэтому в составе цифровой подстанции должны быть реализованы алгоритмы проверки корректности передаваемых данных, блокирующие работу чувствительных к принимаемому сигналу защит. Такие алгоритмы должны обладать достаточным быстродействием, для того чтобы автоматика успела заблокировать соответствующие защиты при выявлении некорректного сигнала от измерительных трансформаторов. Использование системы позволяет наблюдать и анализировать поведение энергосистемы в процессе возникновения и ликвидации аварийных событий; верифицировать модели для анализа динамических свойств энергосистемы; более точно настроить автоматику защиты.

Формирование SV-потоков может осуществляться двумя способами: применением цифровых измерительных трансформаторов, напрямую выдающих SV-поток в шину процесса цифровой подстанции, и применением традиционных электромагнитных измерительных трансформаторов, к вторичным обмоткам которых подключены преобразователи аналоговых сигналов, формирующие SV-поток и передающие его в шину процесса. В настоящее время контроль достоверности данных, содержащихся в SV-потоке, осуществляется следующими основными способами:

1) передачей в SV-потоке метки качества в одном кадре с оцифрованным сигналом;

2) анализом трафика информационной сети цифровой подстанции;

3) выявлением пропусков и контролем интервалов времени между GOOSE-сообщениями (МЭК 61850-8-1) устройств шин процесса и цифровой подстанции.

Использование на подстанции традиционных электромагнитных измерительных трансформаторов с применением преобразователей аналоговых сигналов для формирования SV-потоков дополнительно приводит к необходимости контроля состояния вторичных цепей измерительных трансформаторов.

Данный алгоритм может быть реализован как в составе преобразователя сигналов, так и на ином оборудовании подстанции. При применении на подстанции цифровых измерительных трансформаторов вторичные цепи в традиционном понимании отсутствуют. Метка контроля качества передаваемых в SV-потоке данных может формироваться на основании работы средств самодиагностики устройства-издателя, проверки вхождения мгновенного значения измеряемого сигнала в границы допустимого диапазона измерения и ряда других признаков. Недостаток такого подхода – принципиальная невозможность выявления некоторых видов повреждений, влияющих на измеряемый сигнал (например, отказ датчика цифрового измерительного трансформатора, приводящий к искажению измеренных значений, или обрыв в цепях первичного напряжения без возникновения короткого замыкания).

Анализаторы трафика информационных сетей хотя и позволяют достоверно и точно выявить факт отказа любого элемента цифровой подстанции, но это происходит спустя некоторое время после возникновения такого события на основании анализа зарегистрированных данных, поэтому для блокировки действия защит в момент развития аварии данные устройства не подходят.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куликов, А.Л. Обеспечение надежности цифровой релейной защиты путем контроля измерительного тракта трансформаторов напряжения и тока / А.Л. Куликов, В.М. Зинин, А.А. Петров // Будни релейщика. – 2021. – № 1.

АНАЛИЗ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ В ТРАНСФОРМАТОРАХ

Антонов В.О. – студент
Науч. рук. ***Сыщиков А.А.*** – ст. преподаватель
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

По мере приближения сроков эксплуатации к допустимым, трансформаторам требуется проведение усиленного контроля и обслуживания, их необходимо чаще выводить в ремонт. Повышается шанс возникновения аварийной ситуации, ухудшается техническое состояние трансформатора. Это происходит по многим причинам: ухудшение свойств стали из-за периодического нагрева магнитопровода; механические воздействия вибраций, коротких замыканий; износ электротехнических материалов и т. д.

С течением временем потери холостого хода трансформатора увеличиваются, что отрицательно влияет на его КПД:

$$\eta = \frac{P_{\text{ном}}}{P_{\text{ном}} + P_{\text{хх}} + P_{\text{кз}}} \cdot 100, \qquad (1)$$

где $P_{ном}$ – номинальная мощность, кВт; $P_{хх}$ – потери холостого хода, кВт; $P_{кз}$ – потери короткого замыкания, кВт.

В масштабах станции даже незначительное снижение КПД ведет к серьезным экономическим потерям, а более частые и внеплановые ремонты трансформаторов – к колоссальным.

Экономичность работы трансформатора характеризуют его потери мощности, которые возникают в активных сопротивлениях обмоток при прохождении по ним тока и в магнитопроводе вследствие его перемагничивания переменным магнитным полем. Потери в трансформаторном блоке равны сумме потерь трех фаз. Они зависят от технических характеристик трансформатора.

Потери мощности в трансформаторе в общем виде рассчитываются следующим образом:

$$\Delta P = \left(I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 + ... + I_n^2 R_n\right) \cdot 10^{-3} + \Delta P_{хх}, \quad (2)$$

где I_1, I_2, …, I_n – токи, протекающие в обмотках трансформатора, A; R_1, R_2, …, R_n – активные сопротивления обмоток трансформатора, Ом; $\Delta P_{хх}$ – потери мощности в магнитопроводе (холостого хода), кВт.

Использование теоретических формул на практике часто приводит к неверным результатам расчетов.

В [2] экспериментально показано увеличение потерь ХХ напряжения короткого замыкания и снижение фактического КПД по сравнению с паспортными данными трансформатора ТМ-1000/10 после 60 лет эксплуатации. В результате потери электроэнергии возросли на 12 %.

В [3] разработана математическая модель, позволяющая более точно рассчитать потери мощности на основании множества замеров потерь холостого хода силовых трансформаторов со сроком службы от 3 до 39 лет. По итогу выяснилось, что у трансформаторов напряжением 35 и 220 кВ к 45 годам эксплуатации потери холостого хода увеличиваются примерно в 1,5 раза.

Таким образом, необходимо уточнять потери фактическими замерами, разрабатывать более точные методы расчета для конкретных трансформаторов и заменять оборудование, технические характеристики которого отклонились от нормы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Министерства энергетики РФ от 30.12.2008 г. № 326 (ред. от 01.02.2010) «Об организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по утверждению нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям» // Собрание законодательства РФ. – 2008. – № 22, ст. 2577; № 42, ст. 4825; № 46, ст. 5337.

2. Дружинин, Н.Н. Анализ электрических потерь в силовых трансформаторах с длительным сроком эксплуатации / Н.Н. Дружинин, А.А. Сарлыбаев, Е.А. Храмшина // Мониторинг, контроль и диагностика электрооборудования. – 2019. – С. 64–73.

3. Красовский, П.Ю. Расчет технологических потерь электроэнергии в силовых трансформаторах с учетом срока эксплуатации / П.Ю. Красовский // Электрификация транспорта. – 2015. – № 10. – С. 74–80.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА МИНИ-ГЭС ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОТДАЛЕННЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Илюхина Е.В. – студент
Науч. рук. ***Дубовикова Е.Ю.*** – канд. экон. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Проблема надежного и качественного электроснабжения изолированных небольших населенных пунктов остается острой в экологическом, социальном и экономическом планах.

В настоящее время электроснабжение удаленного и малонаселенного поселения Умхэй осуществляется от автономных дизельных электростанций (ДЭС).

Мощность ДЭС определяется «пиковым» энергопотреблением на основе графика нагрузки п. Умхэй. В результате энергетическая эффективность автономной электростанции резко снижается, а удельный расход топлива на единицу произведенной электроэнергии увеличивается относительно их паспортных данных. Также экономическая эффективность снижается из-за плохо развитой транспортной инфраструктуры, затрудняющей поставки дизельного топлива, его потерь и высокой стоимости [1].

Обеспечить потребителей электроэнергией можно следующими способами: строительство линии электропередачи (ЛЭП) или строительство мини-ГЭС (рис. 1).

Рис. 1. Источники обеспечения потребителей электроэнергией

Протяженность ЛЭП 6 (10) кВ от ПС 220 кВ Горячинская до населенного пункта равна примерно 372 км. Ориентировочная стоимость строительства воздушной линии электропередачи за 1 км ЛЭП 6 (10) кВ (с материалом) – от 800 тыс. руб. [2]. Таким образом, капитальные вложения на строительство ЛЭП 6 (10) кВ составят 297,6 млн руб.

Электрификация п. Умхэй путем строительства ЛЭП невыполнима. На это оказали влияние следующие факторы: высокая стоимость строительства, поселок значительно удален от ближайшей точки присоединения к централизованной электрической сети, малонаселенность и слаборазвитая инфраструктура.

Для электроснабжения удаленного и малонаселенного п. Умхэй предлагается установить мини-ГЭС установленной мощностью 800 кВт. Результаты

расчета капитальных затрат на строительство мини-ГЭС и технико-экономических показателей представлены в табл. Эффективность внедрения мини-ГЭС представлена на рис. 2.

Результаты расчета капитальных затрат на строительство мини-ГЭС и технико-экономических показателей

Параметр	Значение
Установленная мощность, кВт	800
Капитальные удельные затраты, тыс. руб.	267,6
Капитальные вложения, тыс. руб.	214 080
Доля эксплуатационных затрат, 1/год	0,05
Эксплуатационные затраты, тыс. руб./год	10 704
Объем «вытесненного» дизельного топлива, л	3472,518
Стоимость дизельного топлива, тыс. руб./л	13,03
Денежный эквивалент «вытесненному» дизельному топливу, тыс. руб.	45 246,91
Срок окупаемости, лет	4,73

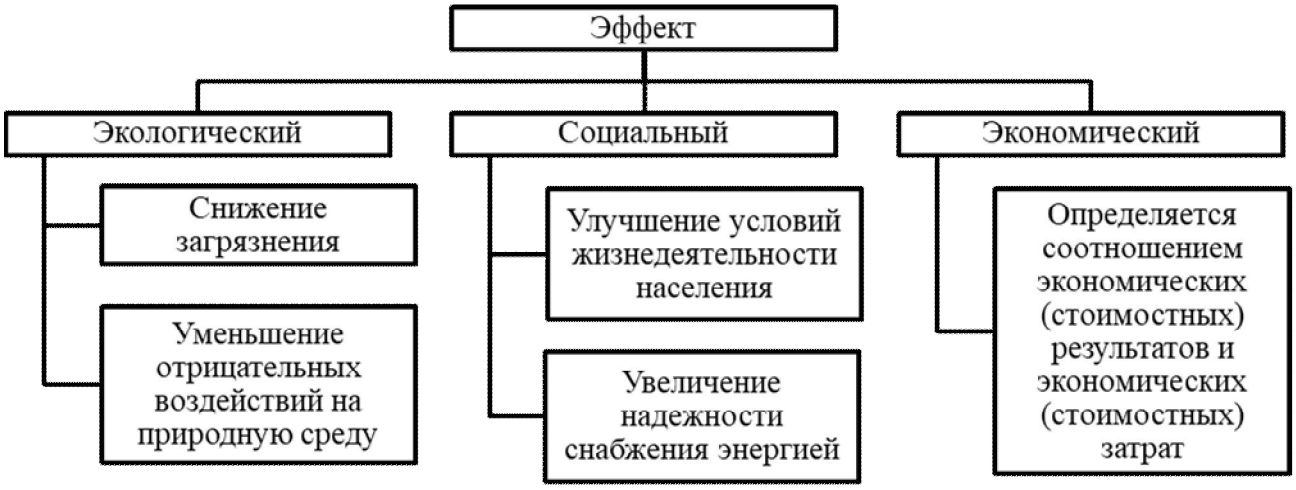

Рис. 2. Эффект от внедрения мини-ГЭС

Таким образом, электроснабжение удаленного и малонаселенного п. Умхэй возможно путем строительства мини-ГЭС установленной мощностью 800 кВт средней стоимостью 214,1 млн руб. и сроком окупаемости около 5 лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Суржикова, О.А. Проблемы и основные направления развития электроснабжения удаленных и малонаселенных потребителей России / О.А. Суржикова // Вестник науки Сибири. – 2012. – № 3. – С. 103–108.

2. URL: https://energo-alliance.com / (дата обращения: 01.05.2022).

ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

Ковровцева Д.С. – студент
Науч. рук. ***Курьянов В.Н.*** – канд. техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Проанализировав руководящие документы и рекомендации по оценке релейной защиты, можно прийти к выводу, что подавляющее большинство отечественных и зарубежных методов оценки надежности базируются на расчете процента правильной работы, основанном на оперировании абсолютными, а не нормализованными показателями. Также часто в качестве базового выбирается критерий «наработки на отказ», предполагающий многократные отказы оборудования и проведение восстановительных мероприятий. Автор [1] полагает нецелесообразным применение данного параметра как критерия оценки надежности оборудования, даже единичный отказ которого потенциально способен нанести катастрофический ущерб в виде системных аварий и техногенных катастроф.

Исходя из вышесказанного, становится очевидной проблема разработки и выбора оптимального и эффективного алгоритма расчета показателей надежности функционирования релейной защиты объектов электроэнергетики.

Первой преградой на пути оценки надежности является затруднительность сбора и обработки данных о надежности устройств РЗ и противоаварийной автоматики. Ранее систематизация данной информации производилась на основе ГОСТ 27.504-84, в результате чего существовала подробная статистика эксплуатационных отказов РЗиА различных предприятий в течение длительного времени.

В настоящее время в открытом доступе публикуется обобщенная информация о ежегодном количестве неправильных срабатываний. Актуальные стандарты, регламентирующие расчет показателей надежности и сбор данных о неправильной работе, такие как СТО 34.01-4.1-008-2018 и РД 50-690-89, также обладают рядом недостатков, не позволяющих применять их, например, при расчете надежности для цифровых подстанций. Необходимо разработать алгоритмы сравнительного анализа вариантов организации схем систем РЗиА, оценки эффективности работы персонала, требования к унификации данных о повреждениях, сбоях и неадекватной работе защит.

Начальным этапом расчета является определение исходных данных. В большинстве случаев проектировщик релейной защиты сталкивается с дефицитом данных о количественных значениях частоты отказов, ложных срабатываний и прочих параметрах, необходимых для определения вероятности безотказной работы (ВБР), или средней наработки для отказа (СНДО). Поэтому для получения несмещенных оценок необходимо использовать специальные методы получения данных, например цензурированные выборки и ускоренные испытания.

Существует ряд типов цензурирования [2, с. 130], из них наиболее подходящими для поставленных целей являются следующие:

– наблюдение за функционированием *n* идентичных устройств РЗ на заданном промежутке времени. Конец эксперимента определен по истечению заданного промежутка времени, даже если отказов устройств не наблюдалось;

– наблюдение за функционированием *n* идентичных устройств РЗ на заданном промежутке времени. Эксперимент заканчивается в случайный момент времени при наступлении *r*-го отказа. Данный тип цензурирования применяется в случае существенного превосходства среднего времени наработки до отказа над временем эксперимента.

Метод ускоренных испытаний более эффективен в высоконадежных системах, к которым относятся УРЗиА, так как существенно возрастает вероятность отказа устройства на заданном промежутке времени. Выделяют две категории жесткости испытаний: в нормальных режимах и в форсированных режимах. В последнем случае хотя бы один вид воздействия превосходит предельно допустимые значения в нормальном режиме.

Для получения необходимых исходных данных требуется оформление запроса в эксплуатирующую организацию на предоставление данных о трех видах отказов: ложные срабатывания, излишние срабатывания, отказы срабатывания при ненормативных условиях. Необходимо предусмотреть возможно большее количество однотипных устройств РЗиА в запрашиваемой статистике.

Данные о ложных срабатываниях должны включать в себя общее число устройств, количество ложных срабатываний за заданный промежуток времени.

Данные об излишних срабатываниях должны включать в себя общее число устройств, количество ненормативных режимов вне основной зоны действия устройств и количество излишних срабатываний за заданный промежуток времени.

Соответственно, данные об отказах срабатывания должны включать в себя общее число устройств, количество аварийных режимов и количество отказов срабатывания устройств за заданный промежуток времени.

На основании полученных данных и производится оценка среднегодовой интенсивности отказов в срабатывании для защит рассматриваемых к установке производителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуревич, В.И. Проблемы оценки надежности релейной защиты / В.И. Гуревич // Электротехнические комплексы и системы управления. – 2010. – № 3. – С. 56–59.

2. Антонов, А.В. Теория надежности. Статистические модели / А.В. Антонов, М.С. Никулин, А.М. Никулин, В.А. Чепурко. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 576 с.

УПРАВЛЕНИЕ СПРОСОМ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ

Крючков А.А. – магистрант
Науч. рук. ***Стрижиченко А.В.*** – канд. техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Проработаны материалы и собрана краткая информация, характеризующая настоящее состояние пилотных проектов по управлению спросом в Российской Федерации, изучены нормативно правовые акты, регламентирующие данный вид деятельности.

Механизм управления спросом на электрическую энергию включает в себя не только изменение фактических графиков нагрузки потребителей вследствие изменения тарифов на электроэнергию, но и обеспечение системной надежности. Участниками данного процесса могут быть как промышленные, так и бытовые потребители. Важным критерием служит возможность потребителя варьировать график нагрузки относительно характерного графика для возможности оперативного реагирования на изменение тарифов и ценовую политику, а также реализация стимулирующих выплат в качестве стимула к снижению потребления в период высокой цены на оптовом рынке и для обеспечения требований системной надежности. Влияние на данные процессы способствует снижению цены на электроэнергию и на розничном рынке.

В настоящее время в Российской Федерации создается нормативно-правовая база по функционированию ценозависимого снижения потребления электроэнергии с соблюдением требований системной надежности, что дает предпосылки к появлению новой услуги на рынке электроэнергии – управлению спросом на электроэнергию.

Для Волгоградской области рассмотрение вопросов управления спросом на электроэнергию как возможного инструмента эффективного снижения цен на рынке электроэнергии в часы максимума без загрузки генерирующих объектов с высокой себестоимостью произведенной энергии является актуальным и целесообразным, так как снижение потребления обуславливает снижению цены электроэнергии.

На территории Волгоградской области располагаются организации, которые могут быть заинтересованы в процессе управления спросом – предполагается исследование в отношении промышленных предприятий Волгоградской области, таких как ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка», АО «Каустик», АО «Волтайр-Пром».

Существует также возможность у розничных потребителей оказывать влияние на процесс управления спросом путем создания на территории региона специализированных организаций – агрегаторов нагрузки. То есть у участников оптового рынка электроэнергии, управляющих и изменяющих нагрузку группы потребителей, появляется возможность осуществлять регулирующие воздействия

на процесс управления спросом на электроэнергию на оптовом рынке и/или на рынке системных услуг.

На основании исследования можно будет определить экономическую эффективность внедрения и применение механизма управления спросом промышленных потребителей тепловой и электрической энергии Волгоградской энергосистемы с целью повышения экономической эффективности деятельности предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства РФ от 20 марта 2019 года № 287 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам функционирования агрегаторов управления спросом на электрическую энергию в Единой энергетической системе России, а также совершенствования механизма ценозависимого снижения потребления электрической энергии и оказания услуг по обеспечению системной надежности».

2. VYGON consulting, исследование Demandresponse на российском рынке: барьеры и перспективы. – URL: https://vygon.consulting/products/issue-1489/

3. О пилотном проекте по созданию агрегаторов спроса и предложения на рынках электроэнергии. – URL: http://government.ru/docs/36162/

4. На оптовом рынке электроэнергии и мощности ЕЭС России впервые появится механизм ценозависимого управления спросом. – URL: https://www.np-sr.ru/ru/press/ news/na-optovom-rynke-elektroenergii-i-moshchnosti-ees-rossii-vpervye-poyavitsya-mehanizm-cenozavisimogo-upravleniya-sprosom

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ РЕЛЕ ДЛЯ ЗАЩИТЫ МУРЗ ОТ ЭМВ

Симон Е.А. – студент
Науч. рук. ***Шибитов В.С.*** – ст. преподаватель
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Современный этап развития релейной защиты заключается в переходе к микропроцессорным устройствам от электромеханических реле. Эта тенденция обуславливает появление проблемы электромагнитных воздействий, которым подвержены МУРЗ, способных повлиять на электронную аппаратуру, нарушая ее нормальное функционирование. Также появляется опасность преднамеренного дистанционного деструктивного воздействия (ПДДВ), целью которого является выведение микропроцессорных устройств из строя, выполнение операций, противоположных текущему режиму сети и оборудования.

Для защиты микропроцессорного устройства релейной защиты (МУРЗ) и повышения устойчивости его работы применяются следующие компоненты и технологии: капсулирование, изоляция и экранирование конструкции трансформаторов тока (ТТ) и трансформаторов напряжения (ТН), изолирование

дискретных входов варисторами и шунтированными оптронами, снижающими их быстродействие. Также входы устройств защиты снабжаются фильтрами и мощными TVS-диодами.

Применяя современные средства и методы защиты, невозможно гарантированно обеспечить абсолютную защиту микропроцессорных устройств от высокочастотных импульсных перенапряжений [1]. В связи с этим рекомендуется проводить испытания защиты от воздействия быстрых импульсных помех (Electrical Fast Transient – EFT).

Вариант решения проблемы заключается в применении герконо-полупроводниковой технологии, базирующейся на элементах, устойчивых к электромагнитным помехам и перенапряжениям.

Рассматриваемое устройство (рисунок) на полупроводниковых реле [2] от других средств защиты принципиально отличается полной гальванической развязкой цепи управления от выходной цепи, а также возможностью достижения высоковольтной развязки между цепью управления и выходной цепью с помощью простых средств.

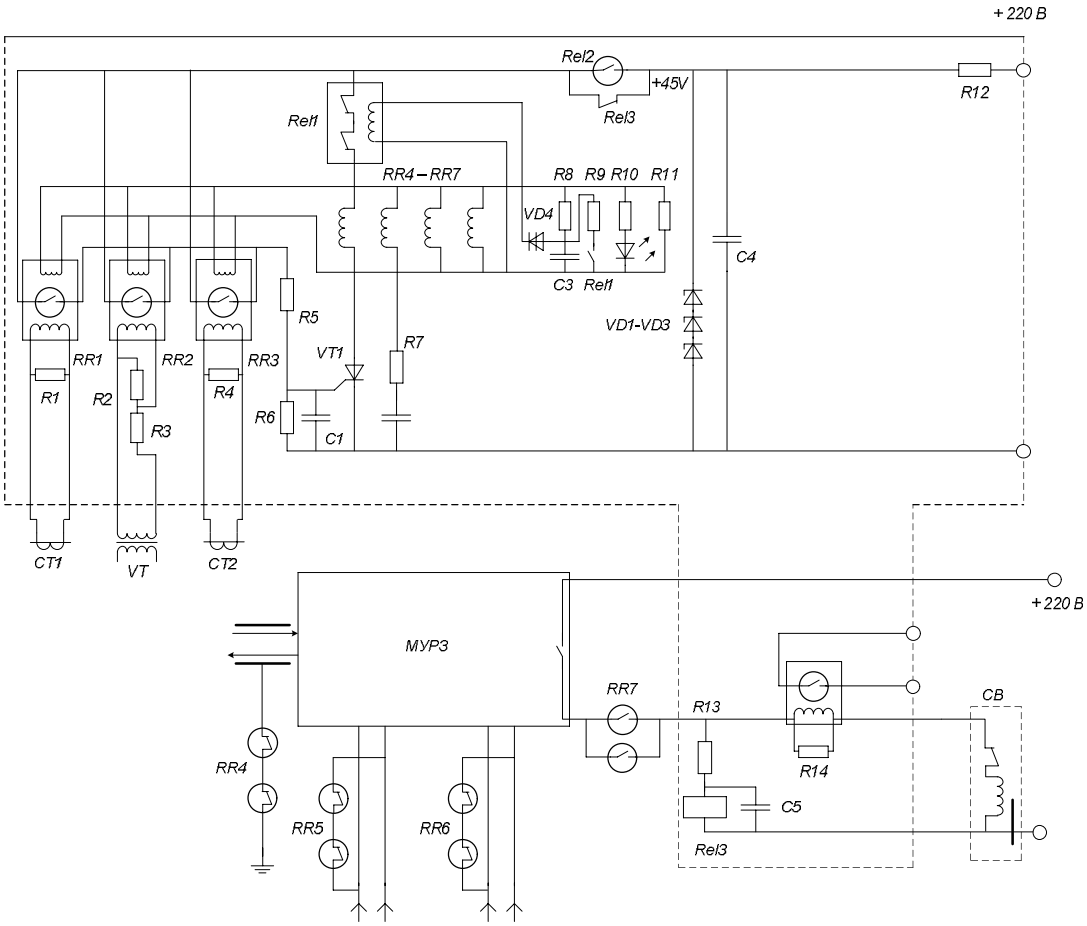

Рисунок. Схема устройства защиты МУРЗ от ПДДВ

В исходном состоянии, при нормальном режиме работы защищаемого энергообъекта, микропроцессорное устройство полностью заблокировано:

входные реле на герконах, реагирующие на ток, напряжение и мощность (RR1 – RR3), находятся в отпущенном состоянии. Электромагнитные воздействия не могут привести к ложному срабатыванию, несанкционированному замыканию цепи катушки выключателя. При аварийном режиме скачкообразно изменяются параметры тока, напряжения, мощности, срабатывают герконовые реле и разблокировывают МУРЗ. Теперь оно может считать сигналы сети и выполнить отключения.

Компоненты устройства располагаются в экранированном корпусе, подобно устройствам МУРЗ, с отдельным доступом к узлам регулирования порогов срабатывания пусковых реле.

Развитие устойчивости микропроцессорных устройств к электромагнитным воздействиям является комплексной и многокомпонентной проблемой. В связи с этим усилия для ее решения стоит прикладывать не только энергетикам, но и компаниям-производителям таких устройств, чтобы совместно найти эффективное решение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуревич, В.И. Устойчивость микропроцессорных устройств релейной защиты к мощным наносекундным импульсам / В.И. Гуревич // Релейная защита и автоматизация. – 2019. – № 2. – С. 46–52.

2. Гуревич, В.И. Защита оборудования подстанций от электромагнитного импульса / В.И. Гуревич. – М.: Инфра-Инженерия, 2016. – 302 с.

3. ГОСТ Р 51317.4.4-2007. Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытаний, 2008.

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНИ-ГЭС

Чернобаева Л.А. – студент
Науч. рук. ***Зенина Е.Г.*** – канд. техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

В последние годы гидроэнергетика нашей страны неуклонно увеличивает количество мощностей вырабатываемой энергии не за счет крупных генерирующих объектов, что требует огромных капитальных вложений, а за счет строительства гидроэлектростанций на малых реках. Гидроэлектростанции малой мощности имеют многочисленные преимущества. К ним относятся: эффективность эксплуатации, длительный срок эксплуатации и экологическая безопасность.

С точки зрения эффективности эксплуатации мини-ГЭС являются полностью автоматизированными, что не требует постоянного присутствия оперативного персонала. Электроэнергия, вырабатываемая на мини-ГЭС, соответствует всем требования ГОСТа по качественным параметрам тока, напряжения, частоты. В зависимости от мощности и необходимости они могут эксплуатироваться автономно и в составе энергетической системы.

Работоспособность мини-ГЭС возможна на протяжении 40 лет. Строительство осуществляется в короткий срок, так как нет необходимости в строительстве крупных и дорогих сооружений, во время которых нарушается русло реки и ландшафт. Однако использование зимой малой ГЭС затруднительно, следовательно, необходимо предусматривать другие варианты электроснабжения в случае промерзания реки, что, безусловно, ограничивает возможности этих объектов генерации.

При рассмотрении экологической безопасности следует отметить важное свойство малых ГЭС: они не оказывают вредного влияния на состояние, свойства, качество воды. В местах установки гидроэлектростанций малой мощности можно вести рыбохозяйственную и сельскохозяйственную деятельность, также вода может использоваться как источник водоснабжения населенных пунктов, при условии, что общий уровень воды и скорость потока находятся в определенных расчетных условиях. Однако некоторые типы турбин малой мощности возможно устанавливать на небольших реках и ручьях. Мини-ГЭС не требуют дополнительного использования различного топлива, водные ресурсы являются возобновляемыми и экологичными.

Проблемой использования малых ГЭС является необходимость предусмотрения резервных источников электроэнергии при полном их выходе из строя, так как потребители останутся без обеспечения электроэнергией. Решением данной проблемы является резервное использование других мини-энергоустановок, например ветрогенераторов и солнечных мини-электростанций, или при возможности – подключение к общей энергосистеме. Также мини-ГЭС может выйти из строя по причине разрушения плотины из-за перелива воды, если не сработают запорные устройства; для устранения этого можно использовать систему приливной электростанции.

Таким образом, строительство и реконструкция малых ГЭС позволяет получать экологически чистую электроэнергию и обеспечивать ею районы, где отсутствует централизованное электроснабжение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малые гидроэлектростанции // Gigavat.com. – URL: https://www.gigavat.com /mini_ges.php (дата обращения: 09.05.2022).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЬЕЗОЭЛЕМЕНТОВ В ДОРОЖНОМ ПОКРЫТИИ

Чернобаева Л.А. – студент
Науч. рук. ***Зенина Е.Г.*** – канд. техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Пьезоэлемент – это электромеханический преобразователь, изготавливаемый из пьезоэлектрических материалов, с помощью которых механическая энергия преобразуется в электрическую. Он был открыт в 1880 году братьями Жаком и Пьером Кюри. Их эксперимент показал, что при давлении на кварц образуется электрический заряд. После этого был открыт обратный эффект.

Метод преобразования механической энергии в электрическую с использованием пьезоэлементов проводился учеными на небольших участках пешеходных зон, танцполах клубах, взлетно-посадочных полосах.

В нашей стране имеются дороги большой протяженности, по которым каждый день передвигаются сотни тысяч автомобилей различного тоннажа. Автомобиль использует энергию сгорания топлива, тем самым выхлопные газы загрязняют атмосферу, таким образом, из-за большого веса автомобиля быстро изнашивается дорожное покрытие.

Для того чтобы использовать энергию давления автомобиля на дорожное покрытие во время движения или стоянки, предлагается создание асфальтного покрытия с использованием пьезогенераторов. Пьезоэлементы будут расположены под асфальтным покрытием, защищая тем самым пьезокристаллы от деформации и неисправности (рис. 1). Выработанная электроэнергия на участках дороги будет использованная для освещения протяженности дорог, заправок, отелей и объектов, находящихся вблизи трасс. В дальнейшем выработанную электроэнергию можно использовать на электрозаправках.

Данная идея вполне реализуема, но также нужно учитывать свойства пьезоэлементов, для поддержания которых необходимо использовать защитное покрытие, демпфер, защищающий пьезоэлемент от механического повреждения и гасящий паразитные колебания. Такое покрытие должно изготавливаться из материала с большим поглощением ультразвука, чтобы отраженная от верхней грани волна не возвращалась к пьезоэлементу и не вызывала помех.

Пьезоэлектрический преобразователь представляет собой корпус, в котором мембрана является дном корпуса, обкладки снаружи заземлены, средняя обкладка изолируется кварцем, пластины, соединенные параллельно, имеют высокое сопротивление, фольгу и внутреннюю жилу кабеля скрепляют для вывода в отверстии, закрывающемся крышкой (рис. 2).

Мощность на выходе является минимальной, поэтому предусматривают усилитель с большим сопротивлением. Напряжение зависит от емкости цепи входа. Характеристикой такого преобразователя является заряд и собственные показатели устройства.

Для расширения диапазона частоты необходимо подключить конденсаторы, расположив их параллельно с устройством, но при этом снизится напряжение на выходе.

Рис. 1. Асфальтное покрытие с использованием пьезоэлектрического устройства

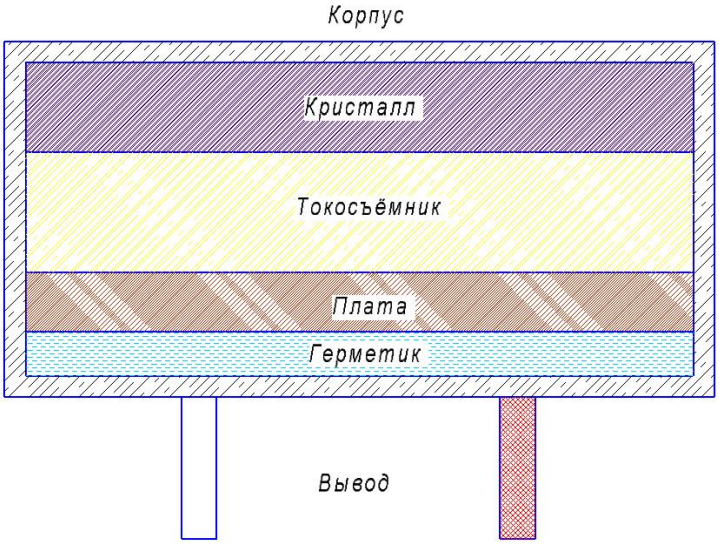

Рис. 2. Пьезоэлектрический преобразователь

Данная идея первоначально может быть использована на автозаправках, поскольку автомобили занимают строго определенное фиксированное положение относительно заправочного устройства, двигаются преимущественно по определенным зонам и находятся на одном месте достаточно продолжительное время. Безусловно, конструкция преобразовательного устройства требует более тщательной проработки, использования по возможности современных износостойких покрытий и материалов, обладающих необходимыми для данного устройства свойствами. Однако широкие перспективы его использования очевидны, а экономические вложения в разработку достаточно быстро окупятся многократным тиражированием устройства и возможностью использования его

в различных областях применения транспорта и других сферах развития науки и техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Принцип работы пьезоэлемента // Principraboty.ru. – URL: https://principraboty.ru/princip-raboty-pezoelementa/ (дата обращения: 09.05.2022).

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ПТИЦЕЗАЩИТНОГО УСТРОЙСТВА С ФУНКЦИЕЙ ОБНАРУЖЕНИЯ КЗ НА ВЛЭП

Чернобаева Л.А. – студент
Науч. рук. ***Курьянов В.Н.*** – канд. техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Во время эксплуатации воздушные линии электропередачи подвергаются различным ветровым, гололедным и иным воздействиям. С одной стороны, отключения ВЛЭП являются следствием возникающих коротких замыканий по различным причинам, с другой – имеется проблема гибели птиц вследствие поражения электрическим током.

В целях снижения вероятности гибели птиц и своевременного оповещения сотрудников эксплуатирующей организации о коротком замыкании через изоляторы ВЛЭП предлагается птицезащитное устройство с функцией обнаружения места короткого замыкания, проходящего через изоляторы линии электропередачи, схема установки которого представлена на рисунке.

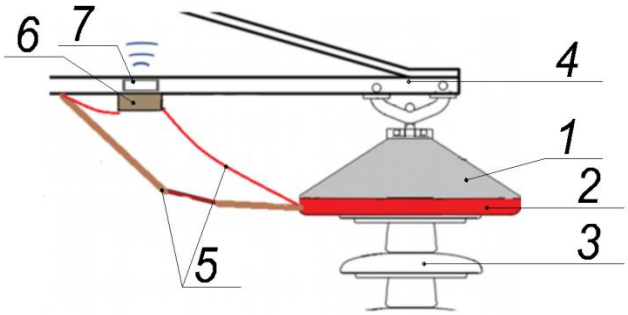

Рисунок. Схема установки птицезащитного устройства с функцией определения КЗ на ЛЭП: 1 – сферический защитный элемент изолятора; 2 – сигнализатор КЗ; 3 – изолятор ВЛ; 4 – траверса опоры ВЛ; 5 – заземляющий проводник; 6 – цифровое устройство с GSM-модулем; 7 – датчик ультразвука

Устройство представляет собой две соединенные полусферы, выполненные из пластика, которая защищает изолятор от воздействия неблагоприятных условий, в том числе в виде осадков и продуктов жизнедеятельности птиц. К краю окружности сферы прикреплена плавкая лента, выполненная из металла. При

коротком замыкании образующаяся электрическая дуга улавливается и под действием температуры расплавляется. При обрыве контактов цифровое устройство отправляет сигнал диспетчеру о неисправности, над цифровым устройством располагается датчик ультразвука 2,5–4 кГц, также служащий птицезащитным устройством. Цифровое устройство монтируется в бокс, удобный для установки на траверсе, дополнительно оснащается Wi-Fi- или GSM-модулем, служащим для оперативной отправки данных диспетчеру. Диспетчер, получая информацию в виде текстового сообщения, в котором указывается о наименовании ВЛ, номера опоры, гирлянды, даты и времени происшествия, принимает соответствующие меры.

Таким образом, разработанное устройство позволяет фиксировать прохождение токов короткого замыкания и передавать точную информацию на диспетчерский пункт. Таким образом, при помощи сферы и датчика ультразвука, контактной пластины и GSM-модуля предлагается совершенствовать решение проблемы, связанной с загрязнением изоляторов ВЛЭП, возможной гибели птиц вблизи ВЛ и определения мест технологических нарушений ВЛЭП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Характерные неисправности на ВЛ // Cyberpedia. – URL: https://cyberpedia.su/11xa665.html (дата обращения: 09.05.2022).

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА РАБОТЫ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ ЗАЩИТ ЛЭП 110 КВ

Сигель А.С. – студент
Науч. рук. ***Зенина Е.Г.*** – канд. техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

В ходе данной работы рассматривается максимальная токовая защита (МТЗ) линии, для выполнения которой реализуется МТЗ. Кроме того, используется язык программирования *Python* для обработки мгновенных величин с помощью фильтра Фурье и для реализации алгоритма работы микропроцессорной релейной защиты.

Для реализации алгоритма фильтра необходимо осуществить разложение вектора мгновенных значений на ортогональные составляющие таким образом, как это показано на рис. 1.

Для определения данного вектора воспользуемся следующими формулами:

$$F_x = k_ф \cdot \int_0^T i(t) \cdot \sin(\omega_0 t) dt F_y = k_ф \cdot \int_0^T i(t) \cdot \cos(\omega_0 t) dt,$$

где $i(t)$ – фильтруемый сигнал; ω_0 – частота фильтруемой гармоники; T – период основной гармоники; $k_ф$ – коэффициент фильтра.

Для расчета данного алгоритма с помощью компьютера необходимо произвести дискретное преобразование Фурье. Для лучшего представления покажем на рис. 2, как осуществляется разложение.

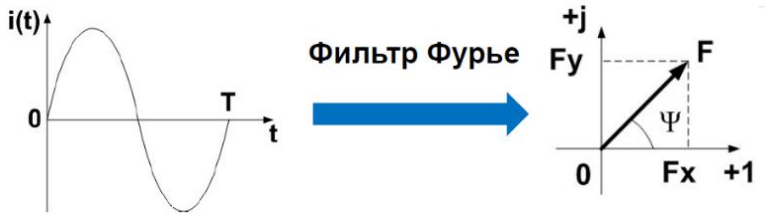

Рис. 1. Разложение вектора мгновенного значения тока
на ортогональные составляющие

Математически дискретное преобразование Фурье описывается следующим образом:

$$F_x = k_ф \cdot \int_0^T i(t) \cdot \sin(\omega_0 t) dt = k_ф \sum_{n=1}^{20} i(n \cdot \Delta t) \sin(\omega_0 \cdot n \cdot \Delta t);$$

$$F_y = k_ф \cdot \int_0^T i(t) \cdot \cos(\omega_0 t) dt = k_ф \sum_{n=1}^{20} i(n \cdot \Delta t) \cos(\omega_0 \cdot n \cdot \Delta t).$$

Благодаря данным преобразованиям в дальнейшем и осуществляется фильтрация.

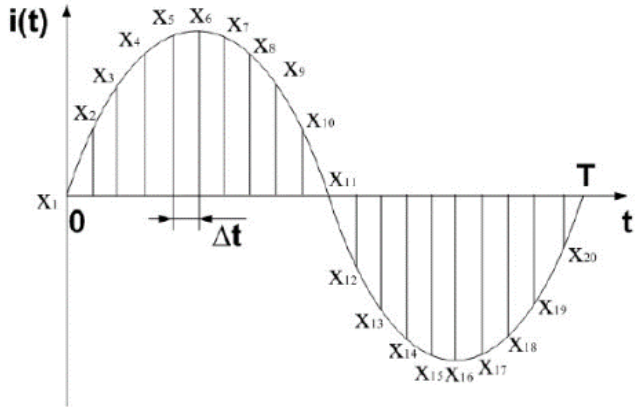

Рис. 2. Разложение синусоиды в ходе преобразования Фурье

Для расчета уставки срабатывания МТЗ рассмотрим максимальное значение рабочего тока в линии и отстроимся от него:

$$I_{раб.макс} = I_{раб.л} \cdot 1{,}4 = 121 \cdot 1{,}4 = 169{,}4 \text{ А},$$

где $I_{раб.л}$ – рабочий ток линии;

$$I_{с.з} = I_{раб.макс} \cdot \frac{K_н \cdot K_{сзп}}{K_в} = 169{,}4 \cdot \frac{1{,}05 \cdot 1{,}5}{0{,}96} = 386{,}67 \text{ А},$$

где $I_{раб.макс}$ – максимальный рабочий ток линии; $K_н$ – коэффициент надежности; T – коэффициент самозапуска двигателей; $k_ф$ – коэффициент возврата максимальных реле тока.

Далее рассчитаем ток срабатывания реле для схемы соединения трансформаторов тока и реле «полная звезда»:

$$I_{С.Р} = \frac{I_{С.З}}{n_{TT}} \cdot \frac{330{,}86}{\frac{200}{5}} = 8{,}27 \text{ А},$$

где n_{TT} – коэффициент трансформации.

Запустим модель (рис. 3) с частотой дискретизации 0,00025 с и с помощью блока UPDSendo отправим пакет байтов в Python.

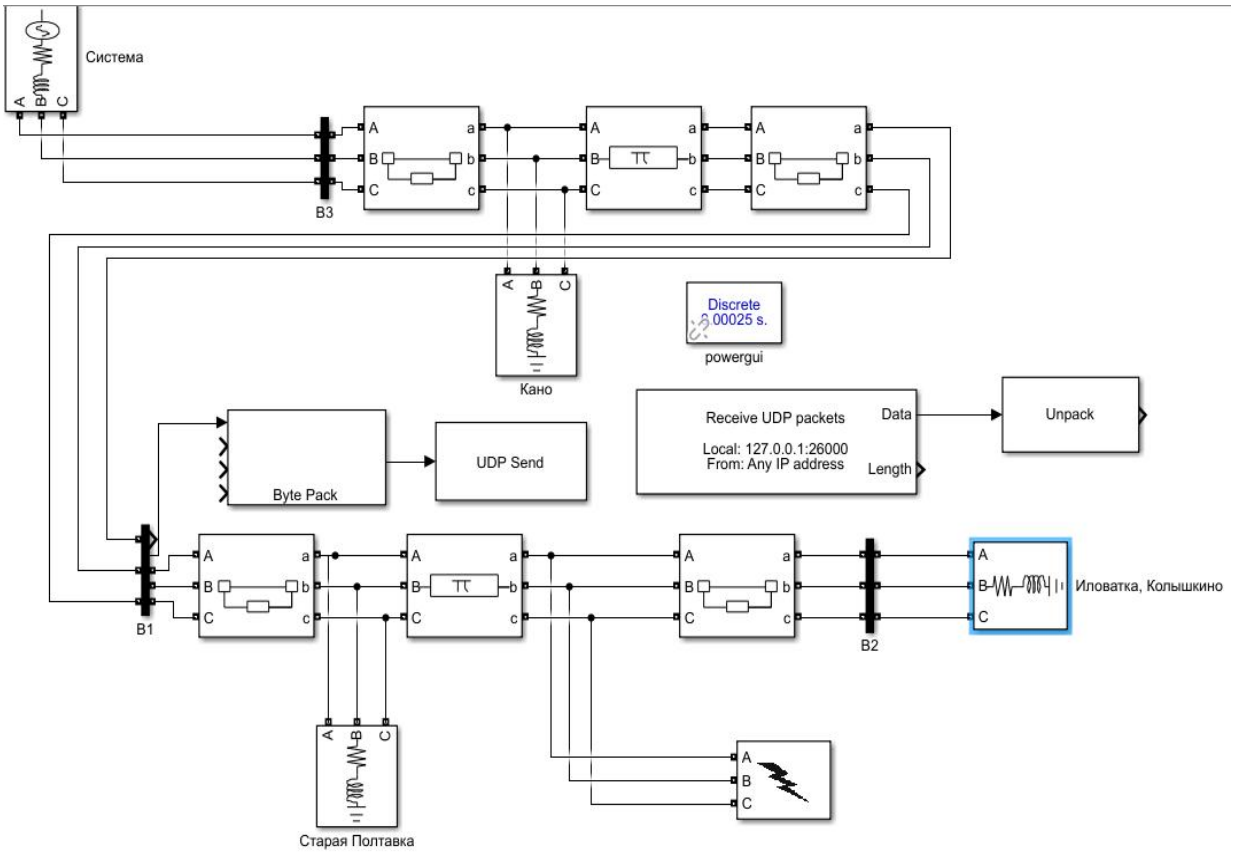

Рис. 3. Модель части энергосистемы

Алгоритм, реализованный на модели, представленной на рис. 3, заключается в следующих шагах:

– в консоли задаются уставки по току и времени срабатывания реле;

– массив, полученный из моделируемой схемы данных, обрабатывается фильтром Фурье;

– действующие значения тока сравниваются с заданной уставкой;

– для контроля тока, превышающего уставку, а также для контроля времени работы реле был выбран счетчик, который фиксирует каждое значение

превышения уставки, увеличиваясь на 1. Если учесть, что для частоты дискретизации 0,00025 приходится одно рассчитанное значение, то всего получим 4000 расчетных точек на одном периоде;

– в случае снижения тока в реле ниже уставки счетчик обнуляется вместе с выдержкой времени.

В результате моделирования получим графики тока трехфазного КЗ и срабатывания МТЗ в линии (рис. 4), где красным цветом обозначен ток до КЗ, зеленым – время работы РЗ, черным – отключение тока выключателем. Выдержка времени принимается равной 2 с, тогда количество расчетных точек равно 8000, и при их превышении срабатывает выключатель, что также показано на рисунке.

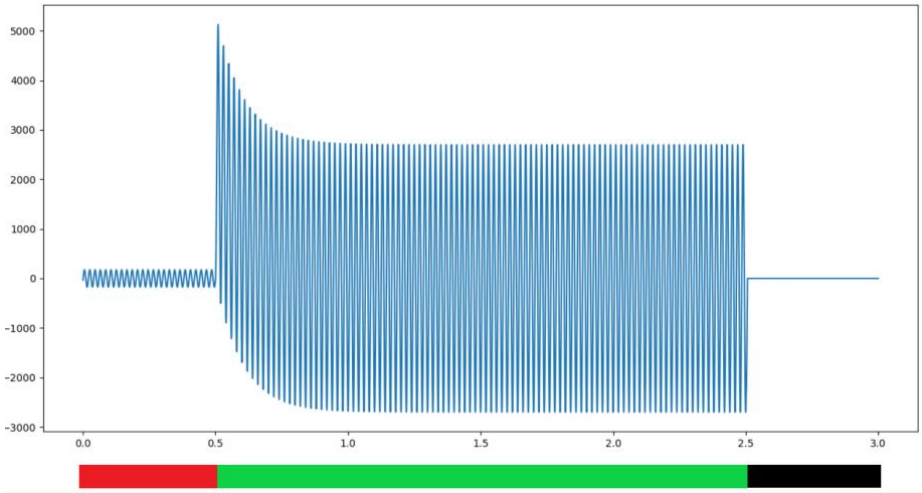

Рис. 4. Срабатывания защиты

На рис. 5 представлен график действующего значения тока КЗ в реле после фильтра Фурье, который полностью соответствует логике действия реального устройства.

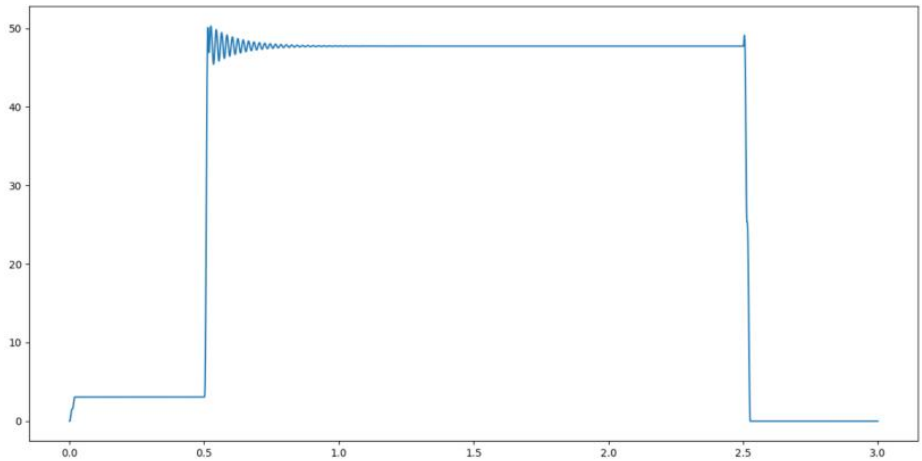

Рис. 5. Действующее значение ТЗК в защите

Таким образом, подтверждена работоспособность разработанной модели.

ТЕНДЕНЦИЯ РАЗВИТИЯ УСТРОЙСТВ ОМП В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Юрина В.Ю., Попова М.В. – студенты
Науч. рук. ***Зенина Е.Г.*** – канд. тех. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

На сегодняшний день на подстанциях Волгоградской области установлены следующие фиксирующие приборы (ФП), предназначенные для определения мест повреждения: ФИП, ЛИФП, ИМФ-3Р, Сириус-2-ОМП, Бреслер 0107.090, ТОР-100-ЛОК, а также регистраторы аварийных событий.

В ходе выполнения работы был проведен анализ ФП, установленных на ряде ПС Волгоградской области. Для составления статистических данных были использованы 69 приборов, применяемых для фиксации расстояния до места повреждения, на 50 линиях электропередачи. По имеющимся показаниям составлены два вида статистических данных.

1. Статистика прироста микропроцессорных индикаторов на подстанциях, представленная на рис. 1.

2. Статистика для выявления наиболее распространенного типа ОМП на 2010 г. и 2022 г., представленная на рис. 2.

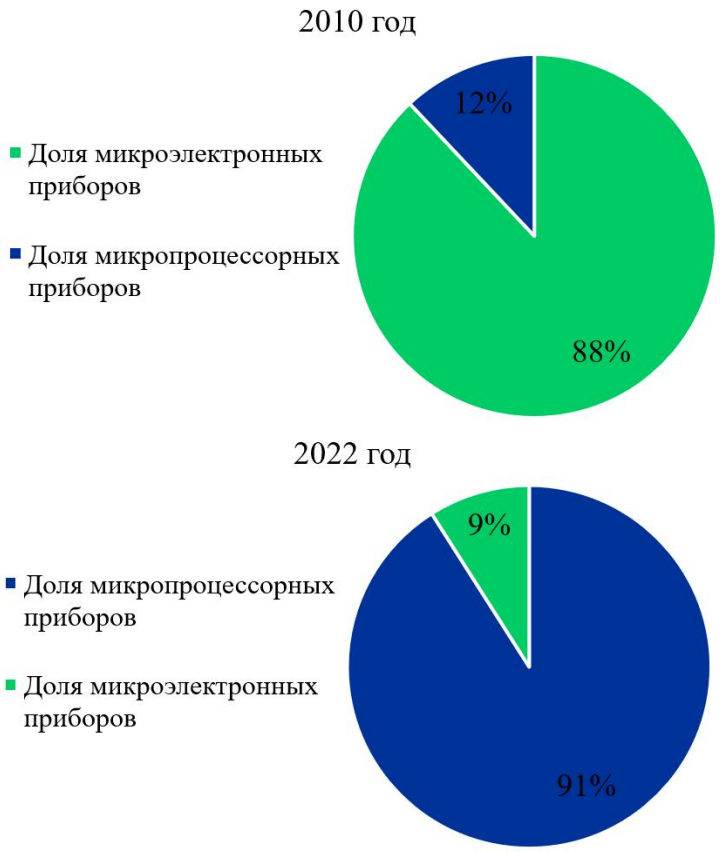

Рис. 1. Статистика прироста микропроцессорных фиксирующих приборов на подстанциях

Из приведенных выше статистик можно сделать следующие выводы:

– за последние 12 лет произошло мощное переоборудование устройств ОМП подстанций;

– наиболее распространенными приборами в 2010 г. являлись ФИП и ЛИФП, но уже тогда началось внедрение МП устройств ОМП, таких как Бреслер 0107.090 и ИФМ-3Р;

– на сегодняшний день на большинстве подстанций установлены такие приборы, как ИМФ-3Р и Бреслер 0107.090.

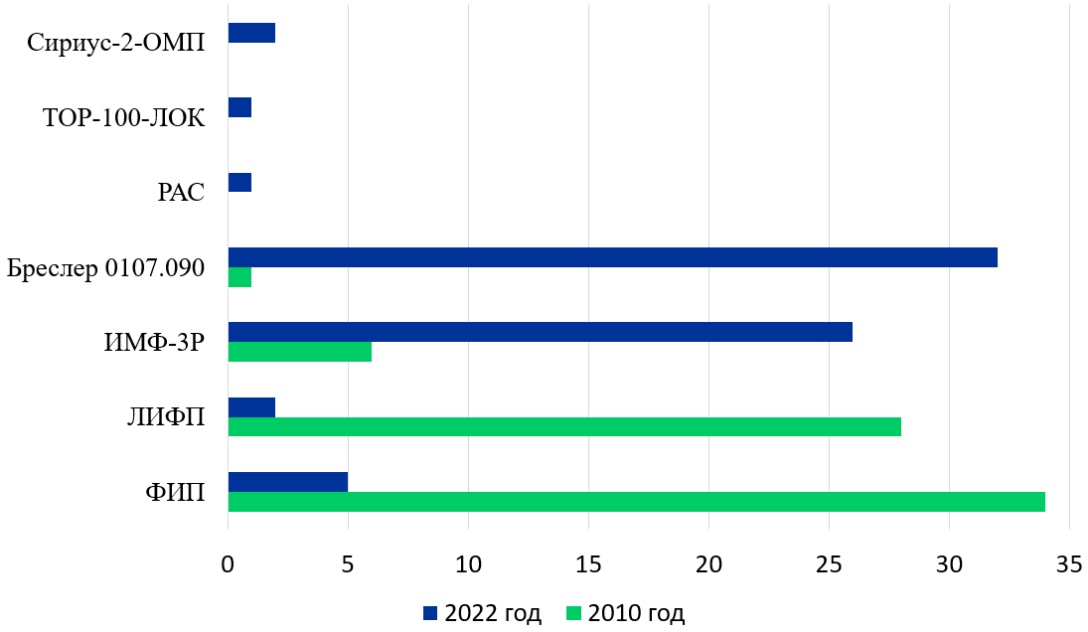

Рис. 2. Статистика распределения фиксирующих приборов по годам

Переход от микроэлектронных приборов к микропроцессорным обосновывается большим количеством их преимуществ, а именно: наличие меньшей погрешности, наибольшее удобство в использовании, получение более полной информации о повреждении, наличие функции постоянного самотестирования. Также существуют и недостатки, такие как подверженность кибератакам микропроцессорных устройств, а также вопросы, связанные с электромагнитной совместимостью, но на сегодняшний день ведутся многочисленные исследования в этой области с целью их ликвидации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аржанников, Е.А., Чухин, А.М. Методы и приборы определения мест повреждения на линиях электропередачи / Е.А. Аржанников, А.М. Чухин. – М.: НТФ «Энергопрогресс», 1998. – 64 с.

2. Айзенфельд, А.И. Результаты внедрения и эксплуатации фиксирующих приборов для ОМП ВЛ 110-750 кВ / А.И. Айзенфельд // Электрические станции. – 1992.

ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ МИКРОГЕНЕРАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА

Желяскова О.И.[1] – аспирант
Кузнецов А.С., Михайлова О.В.[2] – магистранты
Науч. рук. ***Зенина Е.Г.***[2] – канд. техн. наук, доцент
[1]ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
[2]Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Микрогенерационный комплекс – это комплекс оборудования, предназначенного для мелкомасштабной выработки тепло- и электроэнергии для покрытия собственных нужд владельца в качестве дополнения традиционной централизованной системы или ее альтернативы.

Микрогенерационные комплексы могут очень выгодно использоваться предприятиями малого бизнеса (турбазы, офисные центры, малые производства и т. д.), так как имеют хорошую окупаемость. В зависимости от необходимой мощности и потребностей предприятия микрогенерационный комплекс может состоять из различных установок, вырабатывающих электрическую энергию: газопоршневые установки (ГПУ), газотурбинные установки (ГТУ), солнечные панели (СЭС), ветрогенераторы (ВЭУ). Помимо этого, комплексы малой генерации оснащают системами накопления электроэнергии (СНЭ), тепловыми и газовыми котлами. Основаниями для использования подобной системы могут стать такие условия, как ненадежная сетевая мощность или большое расстояние от электрической сети. Близость к конечному потребителю электроэнергии в этом случае может привести к потенциально меньшим потерям [1].

Газопоршневые установки – самый выгодный вариант для микрогенерационного комплекса. ГПУ поставляются в контейнере, который оборудован всеми необходимыми системами защиты и автоматики, достаточно лишь подвести к контейнеру газ и подключить выходы ГПУ к распределительному пункту предприятия. Контейнер с ГПУ достаточно объемный и занимает много места. Таже ГПУ достаточно шумные, но при необходимости возможна специальная звукоизоляция контейнера, при которой шум от работающей установки не превышает 45 дБА. Контейнеры с ГПУ укомплектованы системой утилизации отработанных газов (система когенерации). Используя данную систему для подогрева воды, можно получить контур отопления или источник горячей воды, тем самым повысив КПД ГПУ и увеличив выгоду от ее внедрения. В зависимости от мощности и потребностей того или иного предприятия электричество от ГПУ дешевле в 2–5 раз, чем из единой энергосистемы, при этом установка окупится за 1–3 года [2].

Газотурбинные установки – достаточно компактные установки, по сравнению с ГПУ, а также более тихие. Как и ГПУ, они имеют систему вторичного использования отработанных газов. Есть несколько существенных минусов, из-за которых использование ГТУ не сильно распространено – это необходимость

использования дожимного компрессора для газа, сложность конструкции и, конечно же, цена. ГТУ той же мощности, что и ГПУ, стоит в 5–10 раз дороже, без учета цены дожимного компрессора. Но есть одно значительное преимущество газотурбинной установки – это вариативность ее работы. Если газопоршневой установке для нормального функционирования необходимо работать в пределах 50–80 % от номинальной мощности установки с медленным повышением (понижением) мощности, то ГТУ способна работать во всем диапазоне от своей номинальной мощности, при этом достаточно быстро повышать или понижать вырабатываемую мощность. Данная особенность позволяет применять ГТУ для покрытия пиков нагрузки на предприятии и использовать их только в тот момент, когда увеличение потребления неожиданное и основное оборудование микрогенерационного комплекса не успевает разогнаться. Но, даже несмотря на данный плюс, цена на ГТУ все равно очень высока, и нужно тщательно продумать вопрос о ее внедрении в комплекс [3].

Солнечные панели – источник энергии, который будет работать только при наличии солнца. Данный источник энергии широко популярен в настоящее время, но использование его рационально только при наличии больших площадей и подходящих климатических условий. Для предприятий малого бизнеса использование солнечных панелей рационально только для потребителей, которые могут кратковременно отключиться – например, свет в коридоре: при скрытии солнца свет в коридоре погаснет, и автоматика переключит питание света от СЭС к ГПУ.

Ветрогенераторы – источник, требующий постоянного потока ветра, достаточного для выработки энергии. В плане применения ветрогенераторы очень схожи с солнечными панелями: их рационально применять только при большой генерации в определенных климатических условиях или использовать для потребителей, неожиданное отключение для которых допустимо [4].

Системы накопления электроэнергии – это, по сути, аккумуляторы, которые дополнены различными системами защиты и автоматики. Данные системы рационально применять вместе с солнечными панелями и ветрогенераторами, а также с любыми источниками энергии, если использовать СНЭ для покрытия неожиданных пиков мощности электрической энергии, как ГТУ. Но у данной системы есть очень серьезные недостатки: цена, количество перезарядок, диапазон разряда. Количество перезарядок, по истечении которого емкость системы начинает падать, ограничено: в среднем срок службы составляет 10 лет, и при высокой цене они даже не успевают окупиться. При этом аккумуляторы нельзя разряжать более чем на 50 % от общей емкости, что в два раза уменьшает запасенную рабочую мощность.

Новизна исследования заключается в том, что предложен подход к выбору оборудования для микрогенерационного комплекса, который зависит от комплексного технико-экономического обоснования, объемов потребляемых энергоресурсов и наличия отечественных производителей энергетического оборудования.

Следует отметить, что электрические и газовые котлы применяют в комплексах малой генерации в тех случаях, когда тепла, отходящего от ГТУ и ГПУ, недостаточно для покрытия тепловых нужд предприятия. Котлы используют как для получения горячей воды, так и для отопления помещений, при этом их легко можно отключить, когда тепла ГТУ и ГПУ достаточно, например в летний период.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Варганова, А.В. Комплексная модель системы электроснабжения с источниками малой генерации / А.В. Варганова // Электротехнические системы и комплексы. – 2021. – № 4 (53). – С. 69–71.

2. Суворов, М.Н. Газопоршневые установки для электроснабжения и варианты их использования сельскохозяйственными потребителями / М.Н. Суворов // Инновации и инвестиции. – 2015. – № 9. – С. 215–218.

3. Дейнека, В.Д. Виды газопоршневых электростанций и установок для автономного энергоснабжения. Принцип работы и тенденции в использовании / В.Д. Дейнека // Инновационная наука. – 2021. – № 1. – С. 22–24.

4. Гомонов, К.Г. Внедрение микрогенерации и энергосберегающих технологий в рамках концепции зеленой экономики: зарубежный опыт и Россия / К.Г. Гомонов, П.О. Сипакова, А.П. Чапурная // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. Вып. 27. – 2019. – № 3. – С. 442–454.

СЕКЦИЯ № 2

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ЦИФРОВИЗАЦИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Председатель: ***Болдырев И.А.*** – канд. техн. наук, доцент
Зам. председателя: ***Зенина Е.Г.*** – канд. техн. наук, доцент
Секретарь: ***Милитонян Ш.М.*** – ст. преподаватель

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМОВ

Носачев Н.А. – студент
Науч. рук. ***Кущ Л.Р.*** – канд. техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

В силу ограниченных каналов связи частота передачи параметров оборудования и линий электропередачи – 4–6 точек за одну минуту, что составляет около 0,5 % от номинальных токов измерительных трансформаторов. Этого для АСУ ТП достаточно, но телемеханика и АСУ ТП не предназначены решать такие задачи, как оценка запасов устойчивости, моделирование работы оборудования энергосистемы, мониторинг низкочастотных колебаний и другие задачи, которые до определенного момента времени носили больше исследовательский характер. В связи с развитием каналов связи между устройствами в энергосистеме и увеличением их пропускной способности стала возможной реализация систем, использующих больший темп передачи данных, таких как СМПР (система мониторинга переходных режимов). СМПР использует технологию синхронизированных векторных измерений.

Система мониторинга переходных режимов предназначена для непрерывного измерения и регистрации векторных величин параметров электроэнергетического режима, синхронизированных с помощью сигналов системы единого времени [1].

Использование системы позволяет наблюдать и анализировать поведение энергосистемы в процессе возникновения и ликвидации аварийных событий, верифицировать модели для анализа динамических свойств энергосистемы, более точно настроить автоматику защиты [2, 3].

СМПР проводит измерения и регистрацию векторных величин параметров электроэнергетического режима, синхронизированных с помощью сигналов системы единого времени, полученных от GPS. Синхронизация времени реализуется подсистемой обеспечения единого времени для всех активных устройств и подсистем СМПР.

Проанализировав применение СВИ в сетях низкого, среднего и высокого напряжения, можно сделать вывод о том, что СМПР является наиболее частым

применением данной технологии на высоком напряжении. Как следствие, имеется развитие в данном направлении, тогда как на среднем и низком напряжениях решения на основе СВИ почти не развиваются и не вводятся в эксплуатацию [4].

Решения по системе мониторинга переходных режимов реализованы на базе оборудования производства ЗАО «НПФ «ЭНЕРГОСОЮЗ» и ООО «Инженерный центр «Энергосервис».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. International standard IEC 61850-8-1. Communication networks and systems in substations Specific Communication Service Mapping (SCSM). Sampled values. – Geneva: IEC, 2004.

2. Инженерная компания «Прософт-системы». Система мониторинга переходных режимов. – URL: https://prosoftsystems.ru/solution/monitoring-perehodnyh-rezhimov

3. Апросин, К.И. Использование синхронизированных векторных измерений для реализации функций защиты цифровой подстанции / К.И. Апросин, А.С. Тавлинцев, С.И. Семененко // Электротехнические системы и комплексы. – 2020. – № 3 (48). – С. 17–22.

4. Приложение к распоряжению ОАО «СО ЕЭС» от 05.04.2016 № 44р. Концепция развития и применения технологии синхронизированных векторных измерений для повышения качества и надежности управления электроэнергетическим режимом ЕЭС России на период до 2020 года.

ИССЛЕДОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ДИАГНОСТИКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ИНДЕКСА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Закиров Р.В. – студент
Науч. рук. ***Иваницкий М.С.*** – д-р техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Проблема надежности ТЭС в современном мире остается такой же актуальной, как и десятилетия назад, так как, несмотря на внедрение и развитие нетрадиционных источников энергии, традиционные электрические станции продолжают занимать лидирующие позиции по выработке электроэнергии. Проблема надежности ТЭС и их элементов связана с вопросами определения показателей их надежности на стадиях проектирования, сооружения и эксплуатации. При этом необходимо обеспечить бесперебойное энергоснабжение потребителей, заданное количество отпускаемой энергии, максимальную экономичность и прочие условия. Значительное влияние на надежность работы электрических станций оказывают большие массы металла теплоэнергооборудования, температура которого резко изменяется при переменных режимах. Возникающие при этом температурные развертки приводят к уменьшению надежности оборудования. Наибольшим нагрузкам подвергаются основное и вспомогательное котельное оборудование. Поэтому необходимо уделять большое внимание диагностике агрегатов и исключению вероятностей аварийных

отказов, чего можно достичь путем тщательной диагностики ремонта оборудования по фактическому состоянию. Целью работы является исследование и совершенствование систем диагностики энергетического оборудования на основе индекса технического состояния.

Основные причины отказов котельного оборудования проиллюстрированы на рис. 1.

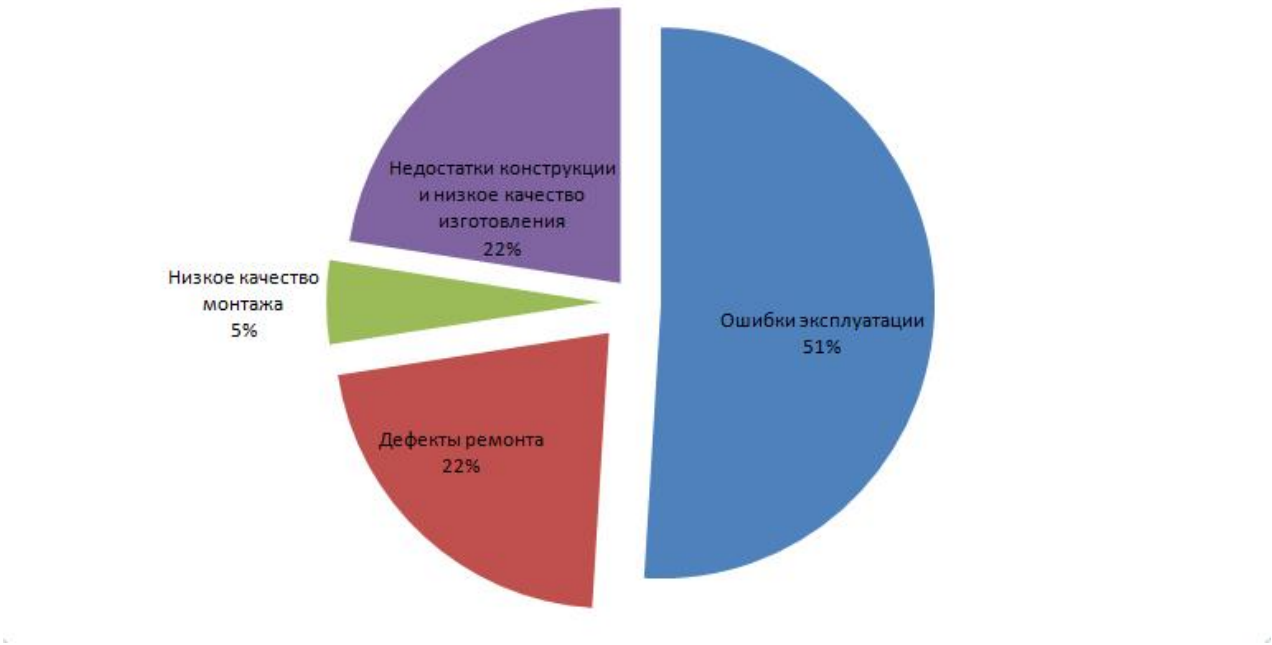

Рис. 1. Причины отказов котельного оборудования

Отказы тягодутьевых механизмов относятся к отказам вспомогательного оборудования. Необходимо уделять особое внимание диагностике дутьевых вентиляторов и дымососов, так как отказ приводит к изменению в режиме работы котла, а именно снижению производительности и экономичности, в некоторых случаях – к аварийному останову. Согласно статистике, собранной с 73 электрических станций, на которых за время наблюдения произошло 216 отказов тягодутьевых механизмов, составлена диаграмма, изображенная на рис. 2.

Исходя из данных статистики видно, что наиболее уязвимыми узлами являются подшипники, лопаточный аппарат и вал. Все приведенные причины отказов приводят к аварийному останову механизма, что влечет к снижению нагрузки и экономичности котлоагрегата. Во избежание подобных ситуаций разрабатываются и внедряются различные методы диагностики энергетического оборудования, позволяющие в режиме реального времени контролировать состояние элементов оборудования тепловой станции и фиксировать отклонения от нормальных режимов работы [1, 2].

В работе проанализированы основные причины отказов котельного оборудования. В качестве критерия оценки технического состояния предлагается использовать индекс технического состояния, характеризующий фактическое

техническое состояние котельной установки, в частности тягодутьевых механизмов.

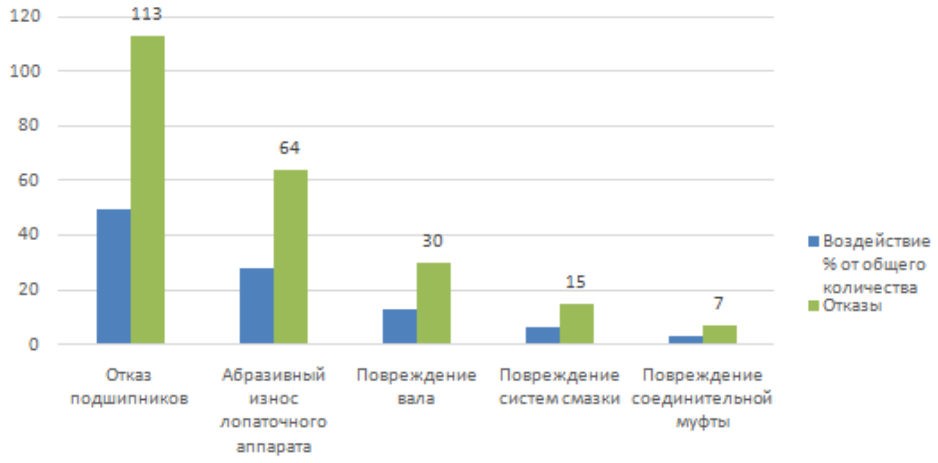

Рис. 2. Распределение общего числа отказов тягодутьевых механизмов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стерман, Л.С. Тепловые и атомные электрические станции / Л.С. Стерман, В.М. Лавыгин, С. Г. Тишин. – М.: Издательство МЭИ, 2000. – 408 с.

2. Клименко, А.В., Зорин, В.М. Тепловые и атомные электростанции: справочник / А.В. Клименко, В.М. Зорин. – М.: Издательство МЭИ, 2003. – 648 с.

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИНЯТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА

Ирянов А.В. – магистрант
Науч. рук. ***Болдырев И.А.*** – канд. техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

В настоящее время к наиболее важным и актуальным задачам электроэнергетики можно отнести повышение эффективности принятия технических решений, направленных на организацию технического обслуживания и ремонта электроэнергетических систем. Ошибочные решения приводят к росту эксплуатационных затрат, при этом сложность решения данной проблемы связана с отсутствием соответствующих методов снижения риска ошибочного решения [1].

Для снижения эксплуатационных затрат необходимо провести качественный анализ надежности объектов промышленного предприятия. Под объектом в настоящей работе понимается оборудование и установки, которые характеризуются разнотипностью свойств, многомерностью, отсутствием модели. Разнотипность свойств определяется большим количеством параметров, изме-

ряемых для оценки технического состояния объекта. Многомерность определяется множеством признаков, характеризующих индивидуальность объекта [2].

Повышение эффективности решения эксплуатационных задач в электроэнергетической системе (ЭЭС) требует объективного учета надежности оборудования и устройств (объектов). Традиционно этот учет проводится в основном на качественном уровне (опыт работы объектов + интуиция + высокая квалификация персонала).

Традиционные методы учета надежности объектов требуют повышения объективности. Одним из наиболее значимых направлений в этом является увеличение составляющей информационной поддержки персонала в автоматизированных информационных системах анализа технического состояния объектов [3].

Одним из примеров повышения объективности контроля является метод прогнозирования возникновения опасности технического состояния объектов по диагностическому параметру. Метод подразумевает использование количественных оценок при контроле диагностических признаков по данным проведенных измерений в момент времени t_k и после очередного капитального ремонта или при вводе объекта в эксплуатацию [4].

Для увеличения эффективности принятия технических решений может быть использован метод риск-ориентированного подхода [5]. В данном случае регулирование надежности и качества обусловлено надзором со стороны государства, направленным на снижение риска повышения эксплуатационных затрат и обеспечение бесперебойного электроснабжения потребителей.

Таким образом, автором проведено исследование различных методик повышения принятия технических решений, основанных на анализе надежности объектов в энергетике с целью снижения возникновения аварийных ситуации и эксплуатационных затрат. Также рассмотрены различные подходы к анализу эффективности надежности объектов промышленного предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фархадзаде, Э.М., Мурадалиев, А.З., Фарзалиев Ю.З., Рафиева, Т.К., Абдуллаева, С.А. // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – 2018. – Т. 61. – № 3. – С. 193–206.

2. Фархадзаде, Э.М., Мурадалиев, А.З., Фарзалиев, Ю.З., Исмайлова, С.М. // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2008. – № 1– 2. – С. 101–111.

3. Фархадзаде, Э.М. Автоматизированное формирование рекомендаций для повышения надежности и экономичности энергоблоков ТЭС / Э.М. Фархадзаде, Ю.З. Фарзалиев, А.З. Мурадалиев // Энергетик. – 2015. – № 2. – С. 15–17.

4. Рафиева, Т.К. Имитационное моделирование индивидуальной надежности энергоблоков ТЭС: автореферат дис. ... канд. техн. наук / Т.К. Рафиева. – Баку, 2007. – 28 с.

5. Федеральный закон от 26.12.2008 N 294-ФЗ (ред. от 08.03.2022) «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля». Статья 8.1. «Применение риск-ориентированного подхода при организации государственного контроля (надзора)» [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83079/58672404e5897f38d20be06de33c4570c75d2897/

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ ЗОНДИРУЮЩЕГО СИГНАЛА НА СТАТИСТИЧЕСКУЮ ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ

Агарков Д.С., Новикова Д.С. – магистранты
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Актуальность исследования обусловлена необходимостью определения шумоподавляющих характеристик лазерного фазного дальномера заданной точности на стадии проектирования.

Целью работы является изучение влияния несовершенства формы зондирующего сигнала на погрешность измерения расстояния.

Исследование производилось посредством методов статистического анализа. Исходные данные для проведения анализа получены из имитационной модели.

На рис. 1 изображена классическая функциональная схема работы лазерного фазного дальномера [1].

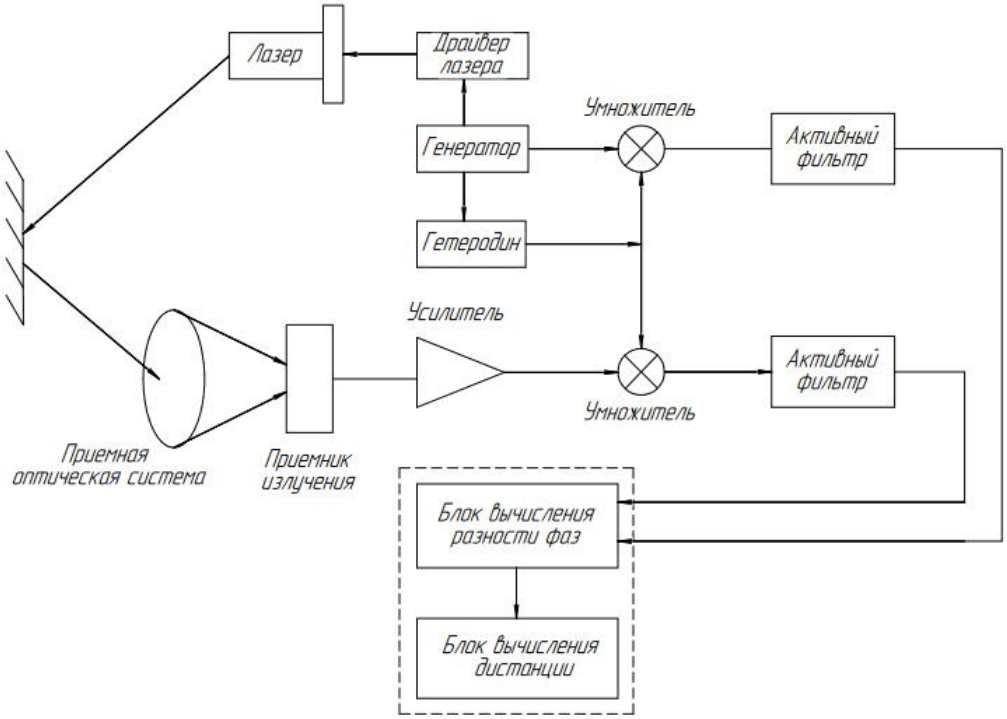

Рис. 1. Функциональная схема лазерного дальномера

Построение имитационной модели производилось в среде Mathcad для идеального синусоидального сигнала с единичной амплитудой, частотой 1 кГц, выходной фазой 0π , входной фазой $0{,}3\pi$. Принимались следующие допущения:

– все компоненты, представленные на функциональной схеме, идеальны;

– в спектре принимаемого сигнала присутствует шумовая составляющая, образованная суммой (5–10) гармоник близких частот и амплитуд. Частота

и амплитуда гармоники считаются близкими, если они отличны от соответствующих параметров опорного сигнала (выходной сигнал активного НЧ-фильтра) не более чем в два раза.

– параметры шума – количество гармоник, амплитуда, частота, фаза – генерируются случайным образом согласно равномерному закону распределения.

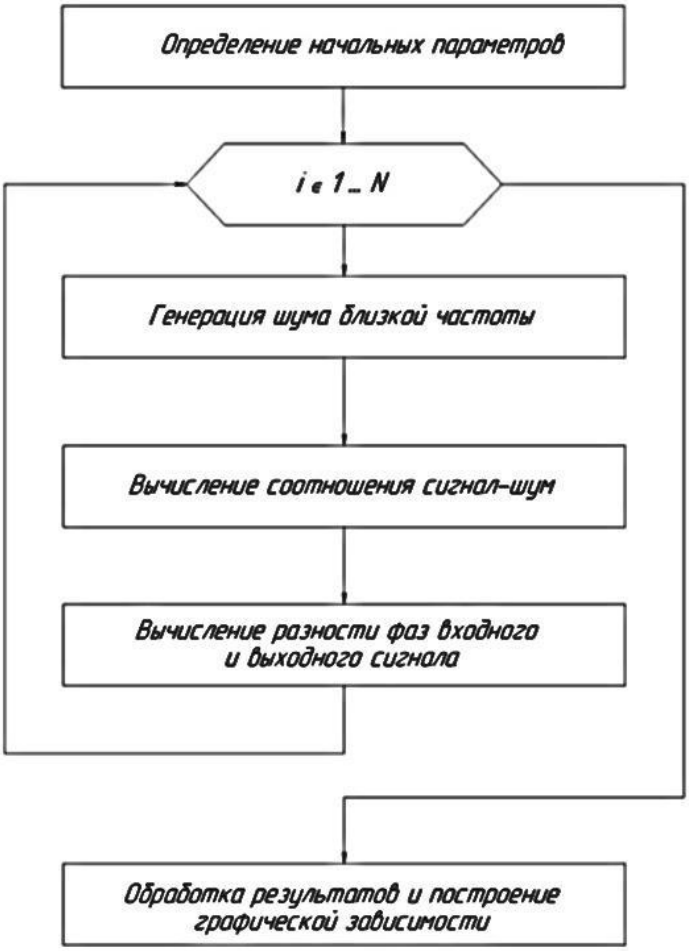

Рис. 2. Блок-схема алгоритма сбора статистических данных

Планирование эксперимента осуществлялось согласно алгоритму, представленному на рис. 2. Результатом каждой итерации цикла является пара соответствующих друг другу точек, отношение сигнал/шум – относительная погрешность измерения разности фаз. При фиксированном выходном сигнале и неизменной полезной составляющей зондирующего сигнала обе точки случайны, так как является функциями $3 \cdot k$ случайных величин, где k – количество гармоник шумового сигнала. Для сбора статистики описанный цикл выполняется 10 000 раз. Далее производится сортировка пар по возрастанию величины сигнал/шум. Полученная графическая зависимость представлена на рис. 3.

При проектировании дальномера практический интерес представляет предельное значение относительной погрешности измерения фаз. Из рис. 3 видно, что зависимость между предельной относительной погрешностью и

отношением сигнал/шум существует и имеет много общего с поведением показательной функции.

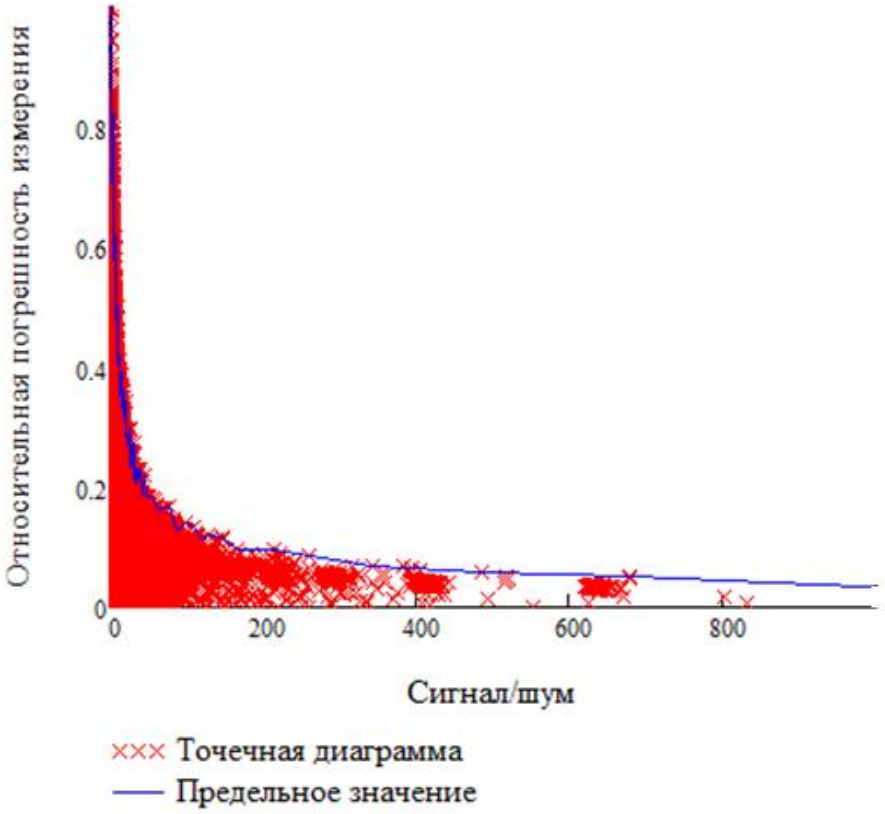

Рис. 3. Зависимость относительной погрешности измерения фаз от величины отношения сигнал/шум

$$f(a,b,c,d,g,l,x) = a \cdot e^{-b \cdot x} + c \cdot e^{-d \cdot x} + g \cdot e^{-l \cdot x} \tag{1}$$

$$h(a,b,c,d,g,l) = \sum_{i=1}^{n} \left[array_{1,i} - f(a,b,c,d,g,l,array_{0,i})_i \right]^2 \tag{2}$$

$$\begin{pmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ g \\ l \end{pmatrix} = Minimize\,(h,a,b,c,d,g,l) = \begin{pmatrix} 0{,}93 \\ 0{,}286 \\ 0{,}163 \\ 0{,}0022 \\ 0{,}4 \\ 0{,}046 \end{pmatrix} \tag{3}$$

На рис. 4 представлены результаты регрессионного анализа полученной в результате моделирования кривой.

Оценим адекватность полученной регрессионной модели, используя критерий Фишера [2] при уровне значимости нулевой гипотезы a = 0,999.

$$F_{\text{расч}} = \frac{\sum_{i=0}^{n}\left[f\left[a,b,c,d,g,1,array_{0,i}\right] - mean(array_0)\right]^2 \cdot (rows(array_0)}{1 \cdot \sum_{i=0}^{n}\left[array_{0,i} - f\left[a,b,c,d,g,1,array_{0,i}\right]\right]^2}, \quad (4)$$

$$F_{\text{табл}} = qF(0{,}999, 1{,}99) = 11{,}502. \quad (5)$$

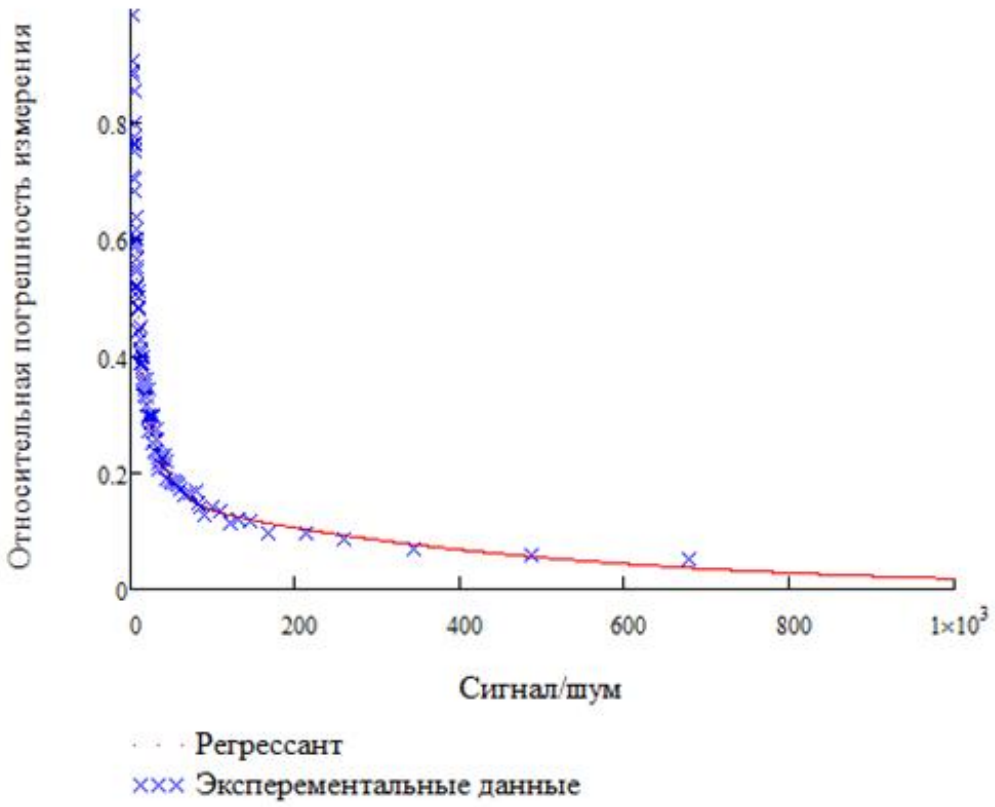

Рис. 4. Регрессионный анализ результатов моделирования

Расчетное значение $F_{\text{расч}}$ = 91,406; табличное $F_{\text{табл}}$ = 11,502. Это значит, что гипотеза принимается и полученная модель адекватна.

Полученная в результате исследования регрессионная модель позволяет определять требования к помехоустойчивости приемных устройств, активных фильтров, применяемым при разработке фазных лазерных дальномеров с заданным классом точности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бокшанский, В.Б. Лазерные приборы и методы измерения дальности: учеб. пособие / В.Б. Бокшанский, Д.А. Бондаренко, М.В. Вязовых и др. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 92 с.

2. Будникова, И.К. Теория и практика научного эксперимента: учеб. пособие / И.К. Будникова. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2014. – 132 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАЦИОНАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СОСТАВОМ ГИДРОАГРЕГАТОВ

Куликов В.М. – студент
Науч. рук. ***Шамигулов П.В.*** – канд. техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Важной задачей оперативного персонала на гидроэлектростанциях является контроль оптимального режима работы в энергосистеме. При выполнении задач, поставленных Системным оператором единой энергосистемы РФ, оперативным персоналом выполняется изменение работы состава гидроагрегатов (ГА). Несмотря на соблюдение персоналом ГЭС требований, содержащихся в правилах и технической документации на гидросиловое оборудование, на станции может возникнуть проблема с большими отклонениями планируемых величин наработки оборудования. Нормативный межремонтный ресурс ГА составляет 32 000 часов с периодичностью капитального ремонта 5–7 лет [1].

Для достижения выбора наиболее рационального алгоритма выбора предпочтительных к вводу в работу ГА с учетом их текущей наработки и оставшегося до капитального ремонта времени было осуществлено имитационное моделирование процесса ввода-вывода ГА в работу на временном интервале 20 лет. Данное имитационное моделирование было выполнено на языке программирования Python.

Построенная модель имитирует загрузку станции в виде задаваемого необходимого количества включенных генераторов количеством от 10 до 20 на период включения от 1 до 10 дней. Также каждый год моделирования имитировался паводок продолжительностью 60 дней с заданием на загрузку 20 генераторов. По истечении 5 лет эксплуатации имитируется вывод ГА в ремонт на 54 дня, в течение которых ГА недоступен для ввода в работу, после чего счетчик наработанных агрегатом часов обнуляется.

Процесс моделирования происходит за счет анализа и подбора ГА по двум критериям: исходное состояние ГА и критерий наработки.

В модели рассматривается три вида критерия наработки:

1) по коэффициенту – отношению текущей наработки к времени, оставшемуся до вывода ГА в капремонт;

2) по минимуму наработанных часов – в работу вводятся в первую очередь те агрегаты, у которых меньше текущая часовая наработка;

3) по линейной зависимости – по максимуму отклонения от линейного графика изменения наработки.

Результаты моделирования представлены в виде графиков изменения текущей часовой наработки для каждого из агрегатов и графика нагрузки. Для примера на рис. 1 приводится график наработки гидроагрегата № 1, а на рис. 2 – график нагрузки. Таким образом, анализ разработанной модели позволяет сделать вывод о том, что наиболее рациональным критерием наработки является

использование линейной зависимости, обеспечивающей равномерное использование ресурса гидроагрегата в межремонтный период с достижением оптимальной наработки 30 000–32 000 часов.

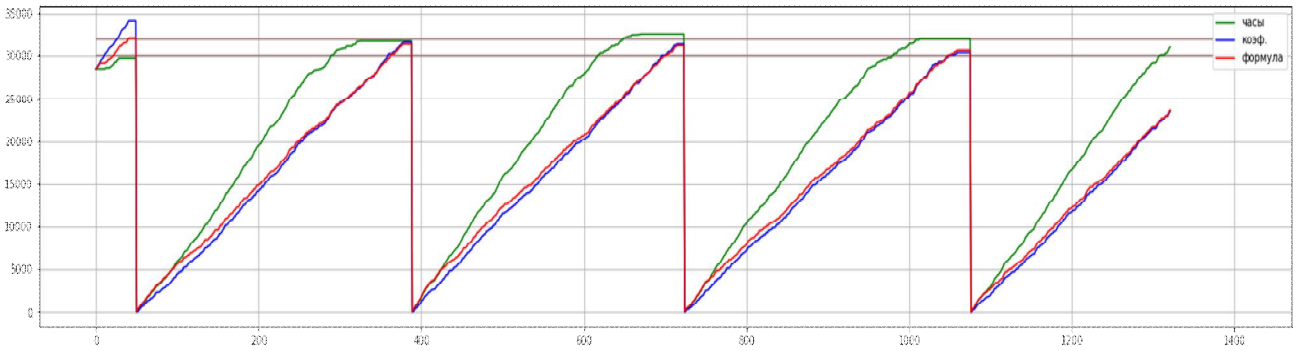

Рис. 1. График работы гидроагрегата № 1

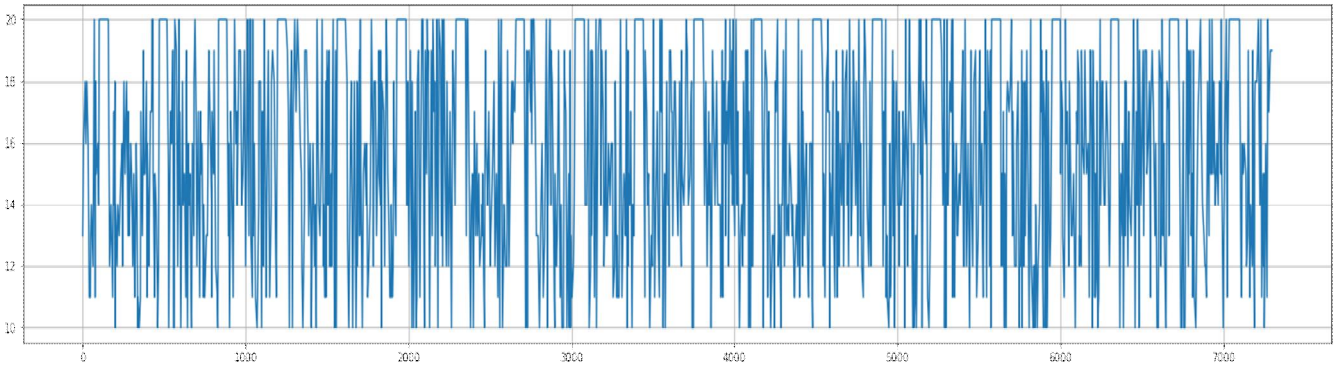

Рис. 2. График нагрузки

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Минэнерго России от 25.10.2017 № 1013 (ред. от 13.07.2020) «Об утверждении требований к обеспечению надежности электроэнергетических систем, надежности и безопасности объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок «Правила организации технического обслуживания и ремонта объектов электроэнергетики».

МОДЕЛИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ПО ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Мещеряков Д.А. – магистрант
Науч. рук. ***Курьянов В.Н.*** – канд. техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Модернизация работы тепловой электрической станции для улучшения управления производственным процессом является одним из актуальных

направлений в сфере энергетики. В работе представлен разработанный алгоритм программного комплекса, позволяющий сократить риск аварий от ошибочных действий персонала.

Для уменьшения количества аварийных ситуаций на станции в работе объединены функционалы определения дефектов, составления нарядов на выполнение работ с принципиальной схемой. Упрощенная схема, описывающая алгоритм переноса информации по обнаружению дефектов с программного обеспечения в графический комплекс, представлена на рис. 1.

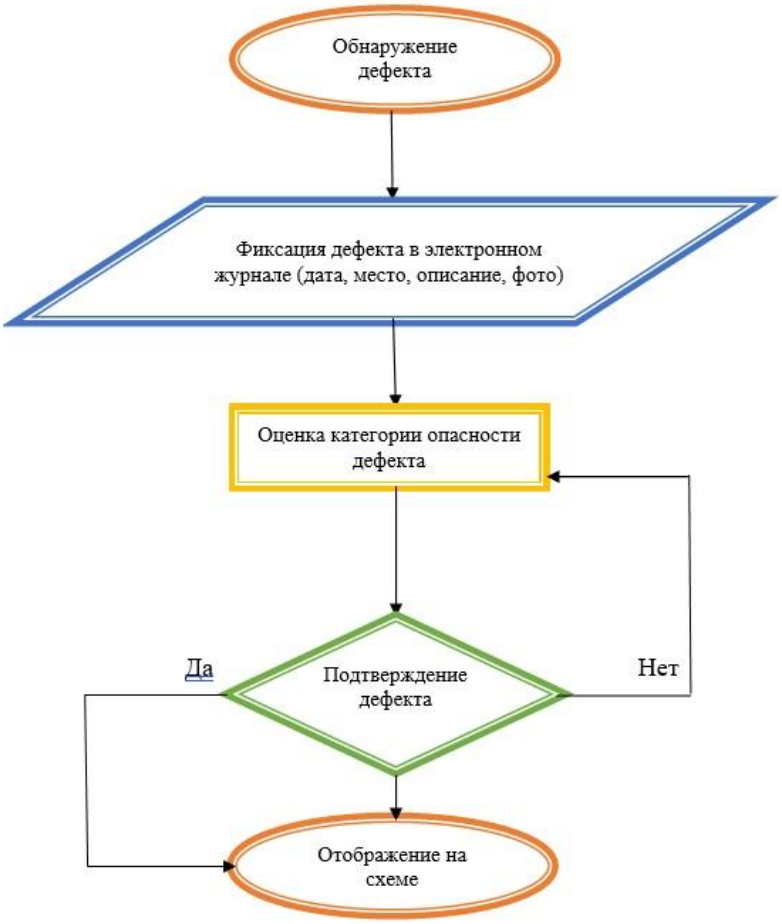

Рис. 1. Алгоритм переноса информации по обнаружению дефектов с программного обеспечения в графический комплекс

Данный функционал реализует в реальном времени отображение выявленных дефектов на принципиальной схеме. Подробное описание и визуализация дефекта позволяют корректировать плановые работы, что, в свою очередь, сокращает время устранения неисправности.

Упрощенная схема, описывающая последовательность переноса информации по производству работ с программного обеспечения в графический комплекс, представлена на рис. 2.

Функционал отображает выполняемые работы на принципиальной схеме в реальном времени. На схеме отображаются положения запорной арматуры, используемые знаки безопасности и наряд на производство данных работ.

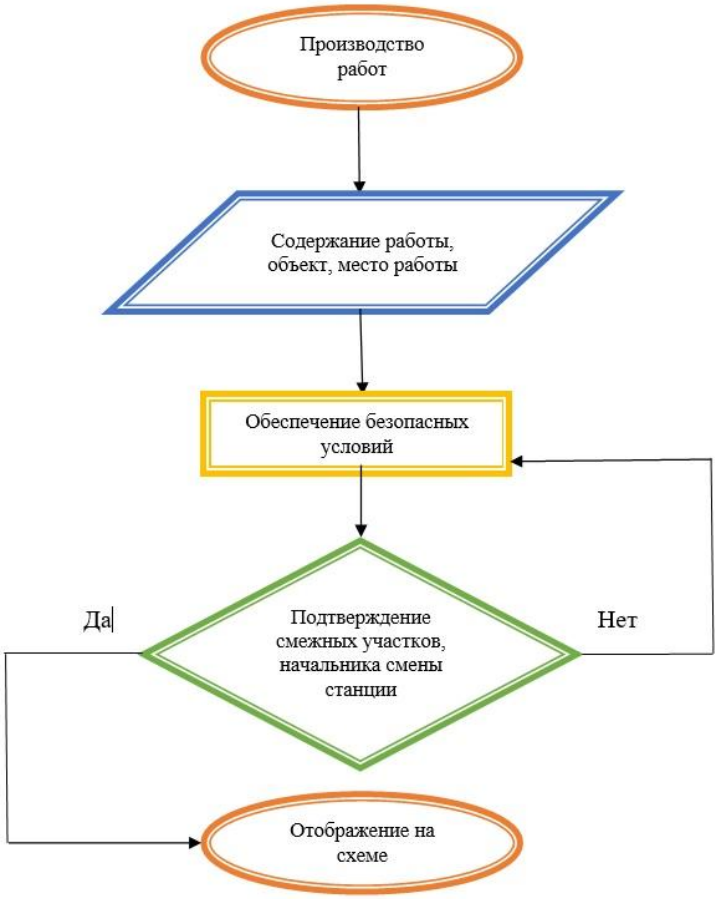

Рис. 2. Алгоритм переноса информации по производству работ с программного обеспечения в графический комплекс

Таким образом, данный программно-технический комплекс позволяет оперативному персоналу в режиме реального времени и при минимальных затратах времени увидеть обнаруженные дефекты и выполняемые работы, что и поможет, в свою очередь, сократить травматичные ситуации на станции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Caputo, G. Optimization of production plan through simulation techniques / G. Caputo, M. Gallo, G. Guizzi // Wseas transactions on information science and applications.

2. Белик, А.Г., Цыганенко, В.Н. Проектирование и архитектура программных систем: учеб. пособие / А.Г. Белик, В.Н. Цыганенко; Минобрнауки России, ОмГТУ. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2016. – 96 с.: ил.

АНАЛИЗ И ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ГРАМ В ФИЛИАЛЕ ПАО «РУСГИДРО» – «ВОЛЖСКАЯ ГЭС»

Нищенков А.М. – студент
Науч. рук. ***Курьянов В.Н.*** – канд. техн. наук, доцент
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Система ГРАМ, являясь групповым регулятором активной мощности на Волжской ГЭС, предназначена как для автоматического регулирования активной мощности гидроагрегатов ГЭС, так и для частоты с соблюдением рационального распределения активной нагрузки ГЭС между параллельно работающими гидроагрегатами и должна обеспечивать реализацию воздействий от систем автоматического регулирования параметров энергосистемы. Она принимает такие данные, как мощность вырабатываемая и потребляемая, частота системы, и оперирует ими. То есть система получает команду по заданию вторичной нагрузки и эту команду распараллеливает на те агрегаты, которые к ней подключены. Система ГРАМ подключена к конкретной станции, и у каждой электростанции она своя, но все эти системы управляются ЦКС АРЧМ – центральной координирующей системой автоматического регулирования частоты и мощности, панель управления которой представлена на рисунке.

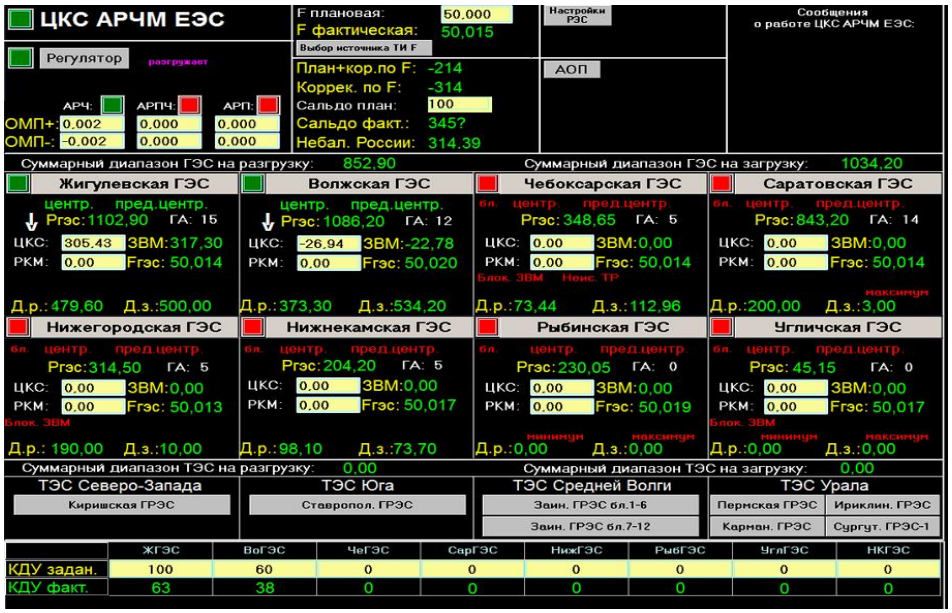

Рисунок. Панель управления ЦКС АРЧМ ЕЭС

Система ГРАМ собирает и обрабатывает информацию от датчиков, преобразователей и систем. Обработанные данные используются в алгоритмах для реализации задач программно-технического комплекса ГРАМ. Рассчитываются ограничения мощности группы для планового и вторичного заданий. Для учета ограничений активной мощности групп агрегатов контроллер ГРАМ суммирует значения текущих ограничений минимальной и максимальной мощности

для всех агрегатов, входящих в рассматриваемую группу и находящихся под управлением ГРАМ, не на индивидуальном управлении.

Несмотря на все плюсы, система ГРАМ имеет недостаток. Существующая система группового регулирования активной мощности распределяет задание мощности между ГА пропорционально диапазонам текущих зон неограниченной работы турбин, без учета индивидуальных характеристик. Одним из вариантов решения данной проблемы является установка механизма рационального управления системой агрегатов. Данная система сводится к выбору оптимального состава агрегатов с учетом оптимального распределения мощности между генерирующим оборудованием станции. Внедрение системы РУСА должно повысить КПД ГЭС и срок службы оборудования, а также повысить качество оперативных решений по планированию работы и управлению оборудованием станции и, как следствие, снизить вероятность ошибок персонала.

Исходя из произведенного анализа была выявлена проблема системы ГРАМ и представлено ее решение. Система ГРАМ является важной частью для каждой электростанции. Работа системы обеспечивает оперативное управление нагрузкой агрегатов, поэтому на всех современных электростанциях устанавливаются такие устройства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по эксплуатации системы ГРАМ на Волжской ГЭС № ИЕ-79-14-190-2019.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПРОРЕЖИВАНИЯ ДАННЫХ

Хлюстов Н.С[1] – магистрант
Евсеев К.В.[2] – аспирант
Науч. рук. ***Болдырев И.А.***[1] – канд. техн. наук, доцент
[1]Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
[2]ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

Основой для анализа и диагностики технологических систем и процессов служат данные, которые могут быть представлены в виде многомерных временных рядов. Объем и качество располагаемой информации определяет возможности и качество проводимого анализа, однако это приводит к возникновению противоречия. Получение большого объема данных об объекте исследования позволяет производить расчеты технико-экономических показателей с большой степенью достоверности, реализовывать алгоритмы машинного обучения, внедрять модели статистического анализа, однако в то же время это повышает требования к информационной системе: размер хранилища, пропускная способность сети, ее надежность и достоверность передачи.

Процесс получения информации зависит от того, каким образом информация архивируется в хранилище. Этот процесс определяется возможностями

используемого программно-технического комплекса. Наиболее распространены два подхода к архивации сигнала: по апертуре, когда при выходе величины сигнала за рамки установленной апертуры происходит передача сигнала по инициативе передающего устройства, и по периоду, когда сигнал передается с постоянной установленной периодичностью. Использование первого подхода уже само по себе оптимизирует информационные потоки, однако это может влиять на точность и надежность производимых расчетов на основе этих значений. Второй подход позволяет достичь высокой достоверности собираемой информации об объекте, однако его использование вызывает ранее обозначенное противоречие: чем меньше период записи, тем жестче требования к среде передаче данных и хранилищу; чем больше период, тем ниже точность и надежность расчетов.

Принято считать, что основным подходом выбора частоты записи сигнала является удовлетворение условий теоремы Котельникова, которая обуславливает возможность передачи непрерывных сигналов в виде дискретных рядов с определенной частотой с возможностью восстановления исходного сигнала любой точности [1]. Однако результаты некоторых современных исследований [2] позволяют утверждать, что условия теоремы Котельникова в общем случае недостаточны и требуют уточнения для каждого конкретного случая.

Помимо формирования общей теоретической базы, для обоснованного выбора периода записи сигнала возможен подход, основанный на эмпирическом подборе оптимального периода дискретизации сигнала, при котором он может быть восстановлен с требуемой точностью. Суть этого подхода заключается в применении математических моделей для решения задачи интерполяции или импутации значений ряда с последующей оценкой точности восстановления. Период записи конкретного сигнала выбирается таким образом, чтобы обученная модель могла произвести импутацию данных с заданной степенью достоверности, что позволит найти оптимальное значение периода записи сигнала с сохранением его достоверности.

В качестве модели для решения задачи импутации могут быть использованы различные математические модели, которые применяются для исследования временных рядов: статистические модели анализа временных рядов (ARMA, ARIMA [3]), различные методы машинного обучения (линейная регрессия, XGBoost, SVR [4]), нейронные сети (сети глубокого обучения (DNN), рекуррентные нейронные сети (RNN) [5]) и другие виды математических моделей.

Эконометрические модели, такие как ARIMA, SARIMA, имеют под собой хорошую теоретическую основу и опыт применения, однако их настройка является трудоемкой, а сами модели ограничены обязательным условием стационарности исследуемого ряда. Хорошей альтернативой статистическим моделям являются нейронные сети. Рекуррентная нейронная сеть – тип нейронной сети, который хорошо подходит для решения задач, связанных с временными рядами. Такая сеть шаг за шагом обрабатывает временную последовательность данных, перебирая ее элементы и сохраняя внутреннее состояние, полученное

при обработке предыдущих элементов. В частности, такой вид нейронной сети уже был опробован для прогнозирования технологических значений в будущем [6], и, учитывая схожесть задач, применение рекуррентных нейронных сетей как основного инструмента при реализации алгоритма интеллектуального прореживания, является перспективным подходом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малахин, В.А. Исследование и моделирование алгоритмов восстановления цифрового сигнала между отсчетами / В.А. Малахин, А.А. Терешин, С.Н. Гончаров, В.В. Писецкий, Е.С. Гончаров // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество». – 2018. – Т. 1. – С. 344–349.

2. Жмудь, В.А., Хардт, В. Исследование погрешности восстановления сигнала по результатам его преобразования / В.А. Жмудь, В. Хардт // Автоматика и программная инженерия. – 2017. – № 2 (20). – С. 71–79.

3. Turaev, B.E. Forecasting the volume of construction work using the ARIMA model (on the example of Surkhandarya region) / B.E. Turaev // Scientific progress. – 2021. – № 2. – С. 1287–1290.

4. Yongna, Jia, Siwei, Yu, Jianwei, Ma. Intelligent interpolation by Monte Carlo machine learning / Jia Yongna, Yu Siwei, Ma Jianwei // Geophysics . – 2017. – № 83 (2). – С. 83–97.

5. Губарева, Е.А. Нейронные сети в анализе временных рядов / Е.А. Губарева // Инновации и инвестиции. – 2020. – № 10. – С. 150–153.

6. Sultanov, M.M. Application of machine learning to predict the thermal power plant process condition / M.M. Sultanov, I.A. Boldyrev, K.V. Evseev // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – № 2150. – С. 1–5.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Шевченко М.Е. – студент
Науч. рук. ***Болдырев И.А.*** – канд. техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Контроль технологического процесса является неотъемлемой составляющей производства любого вида продукции. В общем случае понятие «контроля» подразумевает регистрацию и обработку информации о технологическом процессе. При решении задачи контроля технологического процесса могут использоваться различные инструменты и методы. К ним можно отнести как контроль параметра в границах уставки, так и статистические методы контроля. Применение статистических методов контроля позволяет снизить издержки производства и уменьшить вероятность появления аварийных режимов работы оборудования.

Методы статистического контроля могут применяться как к параметрам, измеряемым в режиме реального времени, так и к параметрам, измеряемым на основе экспертной оценки. Таким образом, можно классифицировать методы статистического контроля на две группы: методы для анализа дискретных

параметров, а также для анализа параметров, представленных аналоговыми сигналами.

Параметры, получаемые экспертным методом, напрямую отражают состояние какого-либо узла, например, данные об измерении трещин микрометром на поверхности нагрева позволяют однозначно судить об износе оборудования и увеличении вероятности аварийной ситуации. Такие параметры можно отнести к дискретным. К методам контроля дискретных параметров относятся контрольные листы, диаграммы Парето, диаграммы Исикавы. Рассмотрим наиболее распространенный метод – диаграммы Исикавы [1].

Диаграмма Исикавы – аналитический инструмент, позволяющий определить связь между факторами и откликами, к которым может быть применено управляющее воздействие. В графическом виде диаграмма представляет собой цепочку звеньев, в которой выделяется основная проблема и отходящие от нее факторы, которые ее вызывают либо, наоборот, нейтрализуют. Этот метод отлично зарекомендовал себя как причинно-следственная диаграмма между возникающими отклонениями от нормального режима работы оборудования и факторами, которыми этот режим вызван. Однако осуществлять контроль с точки зрения обнаружения и недопущения ненормального режима работы не представляется возможным.

Текущие параметры, такие как температура, расход, могут лишь с некоторой достоверностью служить индикаторами текущего состояния технологического процесса. Например, увеличение температуры, которое может привести к нарушению целостности поверхности нагрева. Однако именно контроль по текущим параметрам является наиболее актуальным из-за возможности полной автоматизации процесса. К наиболее перспективным и распространенным методам статистического контроля в этой группе можно выделить метод контрольных карт.

Контрольная карта представляет собой график, построенный по показателям процесса в различные моменты времени [2]. При определении верхних и нижних контрольных границ контрольная карта позволяет отслеживать динамику изменения параметра, посредством чего осуществляется контроль технологического процесса. Статистические показатели, которые наносятся на контрольную карту, должны отражать состояние технологического процесса. В качестве таких показателей могут использоваться средние значения, дисперсия или размах.

Контрольные карты могут строиться как по прямым признакам, так и по косвенным. Определение состояния технологического процесса выработки энергии зачастую возможно только по косвенным признакам. Параметры, необходимые для построения карт по косвенным признакам: центральная линия, верхняя и нижняя контрольные границы. Для определения границ регулирования необходимо знать параметры нормального распределения: математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение. Как правило, эти параметры неизвестны, поэтому должно быть проведено предварительное исследование

состояния технологического процесса, в результате которого получают оценки этих параметров.

Для апробации рассмотренных методов на теплоэлектростанции (ТЭС) необходимо выделить оборудование для проведения предварительного исследования. В результате анализа отказов оборудования станции можно сделать вывод, что котел является самым уязвимым местом технологического процесса. При детальном рассмотрении отказов основного оборудования можно сделать вывод, что большему износу подвержены поверхности нагрева. Тогда целесообразной будет апробация методов статистического контроля работы пароперегревателя или водяного экономайзера, так как в этом оборудовании присутствует наибольшая вероятность появления ненормальных режимов работы.

Применение статистических методов контроля может существенно оптимизировать процесс производства тепловой и электрической энергии на тепловых электрических станциях (ТЭС). Анализ и выбор наиболее подходящих методов для применения на ТЭС составляет предмет дальнейших изысканий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дорошкевич, В.В. Статистические методы контроля / В.В. Дорошкевич // В мире науки и инноваций: сборник статей международной научно-практической конференции (25 декабря 2016 г., Пермь). В 8 ч. Ч.4.– Уфа: АЭТЕРНА, 2016. – С. 65–66.

2. Плотникова, А.Г. Статистический анализ параметров технологического процесса / А.Г. Плотникова // Научные исследования: ключевые проблемы III тысячелетия: Сб. ст. по мат. XX Международной научно-практической конференции, Москва, 01–02 ноября 2017 г. – М., 2017. – С. 25–27.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПИТАТЕЛЬНЫХ НАСОСОВ

Агарков Д.С., Шевченко М.Е. – магистранты
Науч. рук. ***Болдырев И.А.*** – канд. техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Аварийные режимы работы питательных электронасосов могут значительно ограничивать нагрузочные характеристики котельного оборудования, провоцировать возникновение более серьезных аварийных режимов работы основного оборудования. Все это может сопровождаться внушительными материальными издержками генерирующих компаний.

Для предотвращения ненормальных режимов работы насосное оборудование оснащается блокировочными и защитными устройствами. Однако срабатывание таких устройств базируется только на фактическом или длительном превышении контрольными параметрами предельных значений и слабо учитывает их изменение во времени. Статистические методы контроля параметров

насосного оборудования позволят повысить эффективность предупреждения аварийных ситуаций.

Для эффективного применения статистических методов требуется определить параметры работы агрегата, для которых наиболее характерно появление аномалий в предаварийном режиме работы. Выбор таких параметров также следует осуществлять с использованием принципа унификации.

Во время работы насосного агрегата практически всегда ведется постоянный контроль следующих параметров [2]:

– давление в приемном и напорном патрубках;
– температура и давление в камере гидропяты;
– температура воды на входе в насос;
– давление масла на смазку;
– давление охлаждающей воды перед сальниками;
– сила тока обмоток электродвигателя.

Для питательного электронасоса наиболее распространенным дефектом является разрушение изоляции вследствие старения и влияния повышенных температур. В некоторых случаях подобные дефекты не сразу приводят к развитию аварийной ситуации, а лишь по истечении некоторого времени. Нарушение изоляции сопровождается асимметрией токов фаз статора и, как следствие, появлением пульсаций давления на входном трубопроводе и перегревом привода насоса. Другим дефектом, влекущим за собой аномальные изменения давления входного трубопровода, является частичное разрушение проточной части колеса питательного насоса вследствие кавитации.

Таким образом, наибольший интерес представляют статистические методы контроля давления теплоносителя во входном трубопроводе и фазных токов обмоток статора электродвигателя. Выделенные параметры являются некоррелированными. На теплоэлектростанции для рассматриваемых параметров задаются уставки защит: нижняя предупредительная граница параметра давления на напоре ПЭН составляет 140 кгс/см^2, в то время как ток электродвигателя рассчитывается в зависимости от его мощности. Примем, что указанные параметры являются некоррелированными, тогда возможно применение метода статистического контроля контрольных карт Шухарта.

Метод представляет собой построение графиков, один из которых строится по значению среднего арифметического контролируемого параметра ($\bar{x}$-карта), а другой – по разбросу этого параметра (R-карта) [1]. Для осуществления контроля необходимо установить границы, пересечение которых будет свидетельствовать о появлении ненормального режима. Границы устанавливаются на уровне $\pm 3\sigma$ – среднеквадратического отклонения параметра, – но могут быть уточнены индивидуально. Для снижения вероятности ложного обнаружения могут использоваться критерии серии, которые на ранних стадиях служат индикаторами о возможном начале разладки процесса. Пример, иллюстрирующий выход статистического параметра (среднего арифметического давления

на напоре ПЭН) за допустимые границы, соответствующий появлению тренда на ненормальный режим работы оборудования, приведен на рисунке.

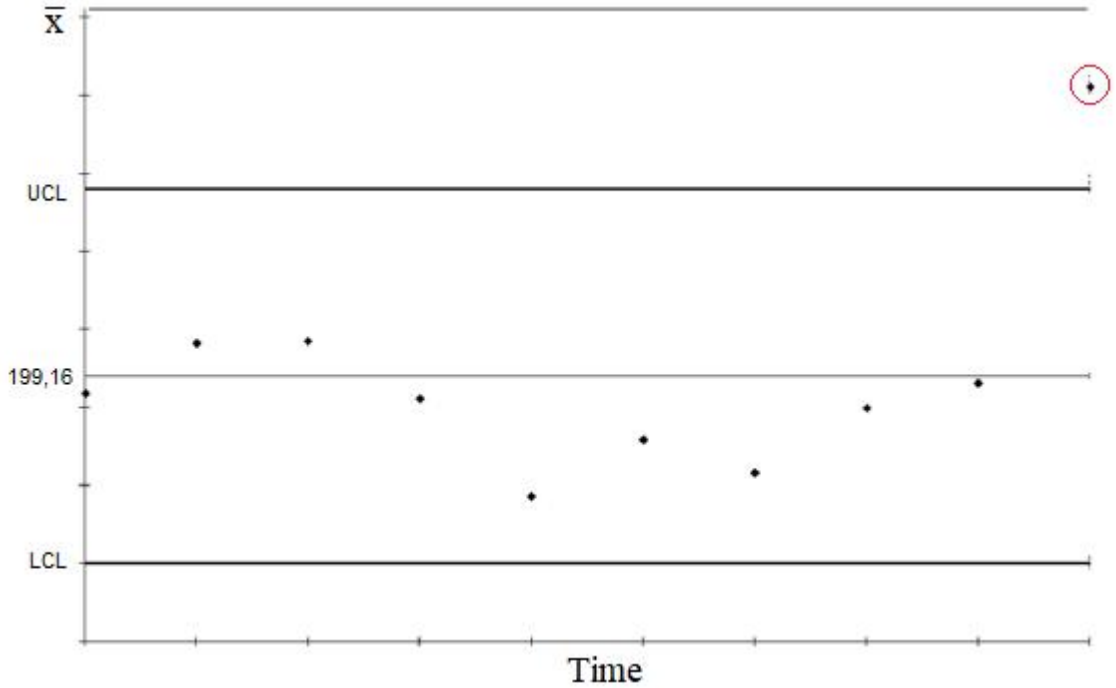

Рисунок. Контрольная карта средних значений давления на напоре ПЭН

Помимо построения $\bar{x}$-карт и R-карт, возможно построение карт скользящего размаха (MR-карты). Скользящий размах представляет собой разность двух последовательно полученных значений параметра. К недостаткам MR-карт можно отнести сложность интерпретации при несимметричном распределении, что может привести к появлению ложного определения ненормального режима. Контроль выделенных параметров с помощью статистических методов позволит оптимизировать работу питательных электронасосов и сократить материальные издержки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гарайшина, Н.С., Умарова, Н.Н. Статистический анализ процесса производства полиальфаолефиновых масел / Н.С. Гарайшина, Н.Н. Умарова // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15. – № 10. – С. 289–292.

2. Слесаренко, В.В. Насосы и тягодутьевые машины тепловых электростанций: учеб. пособие / В.В. Слесаренко. – Владивосток: Издательство ДВГТУ, 2002. – 84 с.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕМОНТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Агамалиев Р.М. – магистрант
Науч. рук. ***Шамигулов П.В.*** – канд. техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

В работе рассмотрены основные причины необходимости внедрения нейросетевой модели к организации ремонтной деятельности энергетического оборудования, проанализировано текущее состояние оборудования, показана актуальность и цель выполняемой работы.

Рассмотрим три основных подхода к организации технического обслуживания и ремонта оборудования. Один из подходов сводится к проведению ремонтных работ, которые начинаются только после выхода из строя устройства и механизма. Еще одним способом организации ремонтной деятельности предприятия является проведение планово-предупредительного технического обслуживания (ППР) в соответствии с четким календарным графиком. Третий подход к организации технического обслуживания и ремонта оборудования – это ремонт по состоянию.

Разработка системы оценки технического состояния устройств с использованием нейросетевой модели на электростанциях и подстанциях является актуальной задачей. Значительная часть основного оборудования выработала установленный парковый ресурс или срок службы, определенный нормативными документами, и используется по максимуму своих возможностей.

Технологическое оборудование в процессе эксплуатации подвергается физическому и моральному износу, требует постоянного ремонта, в результате которого восстанавливается первоначальное состояние оборудования, а при соответствующей модернизации могут быть улучшены его технические характеристики.

Целью данной работы является разработка и исследование нейросетевой модели оценки эффективности энергетического оборудования. Актуальность настоящей работы определяется необходимостью перехода к системе обслуживания оборудования по его техническому состоянию, а не на базе системы планово-предупредительных ремонтов. Основной недостаток системы ППР заключается в отсутствии комплексного подхода к обслуживанию электрооборудования, что может привести к необоснованной трудоемкости ремонтов оборудования (в случае работоспособного и ремонтопригодного состояния) или, наоборот, к пропуску дефекта или неисправности (в случае работоспособного, но неремонтопригодного состояния).

Решение данной задачи с использованием нейросетевой модели оценки эффективности ремонтной деятельности энергетического оборудования

благоприятно повлияет на функционирование энергетического оборудования и на работу станции в целом.

В качестве основы для создания модели нейронной сети возьмем трехслойную полностью связанную нейронную сеть Хайкина. Следует отметить, что выгодно использовать трехуровневую архитектуру для прогнозирования энергопотребления и параметров, влияющих на техническое состояние оборудования.

На вход нейронной сети было отправлено 48 значений TG за предыдущие два дня. Скрытый слой после нескольких попыток стал содержать 72 нейрона, а на выходе мы получаем 24 прогнозных значения на следующий день. Структура нейронной сети показана на рис. 1.

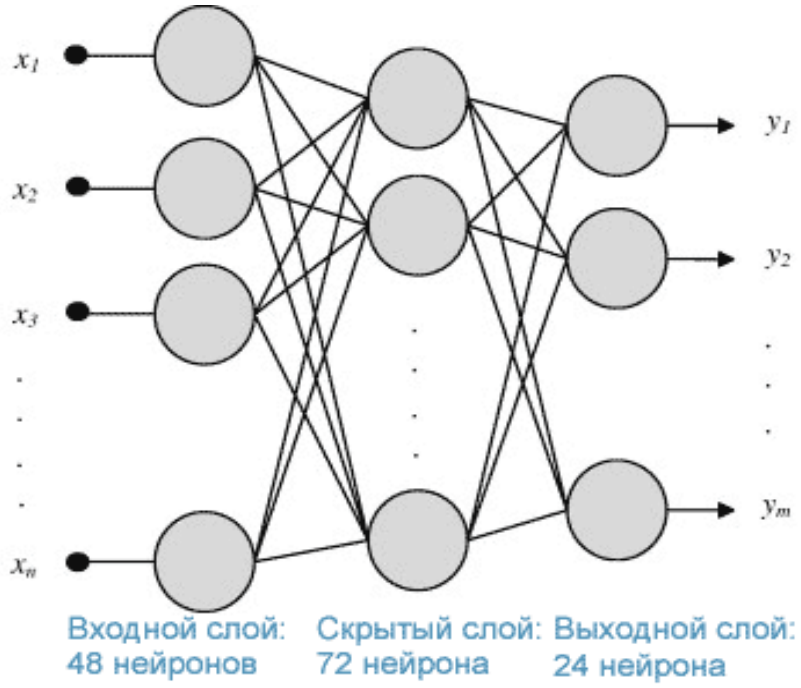

Рис. 1. Структура нейронной сети

После описания структуры указываются значения нескольких параметров нейронной сети.

Двойной цикл по эпохам и внутренней корректировки весов аналогичен циклу из примера Хайкина. Этот метод является обучением нейронной сети по методу *back propagation error* (обратное распространение ошибки). Изменения внесены только в части формирования входа и выхода нейронной сети.

Далее формируем тестовый массив «T» и прогнозируем на полученной нейронной сети. Все прогнозирование в итоге сходится к нескольким строчкам кода (рис. 2). По результатам прогноза следует провести инверсию масштаба.

Завершающим этапом является вычисление значения ошибки прогнозирования временных рядов MAE и MAPE. Величина MAPE составляет около 5 %, что показывает адекватность разработанной нейросетевой модели прогнозирования.

```
% Вход
i1 = T([(i-1)*24+1:i*24],2);
i2 = T([(i-1)*24+1:i*24],3);
input  - [i1; i2];
% Прогноз
outHiddenLayer = bpm_phi(W1 * input + b1);
outOutputLayer = bpm_phi(W2 * outHiddenLayer + b2);
% Переменная результата
Result([(i-1)*24+1:i*24],1) = outOutputLayer;
```

Рис. 2. Часть кода нейросетевой модели

Подводя итог, можно сделать вывод, что использование данной нейросетевой модели возможно, но следует увеличить количество прогнозируемых параметров для качественной оценки технического состояния определенного энергетического оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барский, А.Б. Логические нейронные сети: учеб. пособие / А.Б. Барский. – М.: Бином, 2013. – 352 с.

2. Галкин, В.С. Вопросы проектирования автоматизированных систем мониторинга электрооборудования на подстанциях 500–220 кВ с учетом обеспечения надежности электрических сетей / В.С. Галкин, Т.М. Лангборт, В.А. Липаткин, В.А. Смирнов // Электрические станции. – 2006. – № 7. – С. 66–67.

3. Смурова, Т.С., Сулыненков, И.Н. Анализ методик определения индекса технического состояния оборудования / Т.С. Смурова, И.Н. Сулыненков // Энергия. – 2018. – С. 141–142.

МЕТОДЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

Котолкян Н.Г.[1] – студент
Науч. рук. ***Милитонян Ш.М.***[2] – аспирант
[1]Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
[2]ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»

К разработке и попыткам использования интеллектуального анализа данных (далее – ИАД) научное сообщество привела надобность систематизации знаний и прогнозирования событий, исходя из полученных и накапливающихся данных. Объем этих данных ежедневно возрастает, что приводит к постоянной необходимости его систематизации. Рассмотрев ИАД более подробно, можно отметить, что с его помощью значительно улучшается процесс обнаружения в сырых данных (rowdata), раннее неизвестных, совершенно нетривиальных, практически полезных, доступных интерпретации знаний, необходимых для принятия решений в различных сферах человеческой деятельности [1].

Данный метод содержит в себе поиск закономерностей в данных, при исследовании различных альтернатив, обработку информации и выявление в ней тенденции, что помогает в дальнейшем принимать решения. Основу методов интеллектуального анализа данных составляют всевозможные методы классификации, моделирования и прогнозирования [2].

В основном методы интеллектуального анализа данных разрабатываются в рамках теории искусственного интеллекта. Сами методы представляют собой норму либо правило, определенный подход, способ, прием решений задачи теоретического, практического, познавательного, управленческого характера. Рассмотрим существующие методы интеллектуального анализа и проведем анализ их достоинств и недостатков.

Работа с многочисленными наборами данных, а также их обработка дают возможность формировать непростые обобщения результатов ИАД по группам и сопоставлениям данных. Интеллектуальный анализ данных в большинстве своем направлен на привнесение системе свойств искусственного интеллекта, что способствует решению множества задач, связанных с прогнозированием и получением достоверных данных [3].

Большую часть разбора данных стремятся перевести на системы поддержки принятия решений – системы, владеющие возможностями ввода, хранения и анализа данных из конкретной предметной области с целью поиска более эффективного принимаемого решения. Лишь аналогичные системы не генерируют единственно верные решения, а предоставляют специалисту-аналитику данные в форме, комфортной для изучения и анализа.

В целом искусственный интеллект – это общее понятие, описывающее «способность вычислительной машины моделировать процесс мышления за счет выполнения функций, которые обычно связывают с человеческим интеллектом»: создание и применение экспертных систем, логический вывод, понимание естественных языков, визуальное и слуховое восприятие. Экспертная система – это система искусственного интеллекта, содержащая основу знаний с набором правил и машину вывода, позволяющую на основании правил и предоставляемых пользователем фактов распознать ситуацию, сформулировать верное решение или предоставить общую рекомендацию. Система включает в себя рабочий интерфейс пользователя, через который осуществляется взаимодействие эксперта с компьютером. В процессе использования экспертная система эмулирует способности эксперта к принятию решения [4].

В ходе исследования были проведены анализ и оценка ИАД для выявления эффективности и целесообразности его использования в современных системах идентификации технического состояния оборудования, были выявлены положительные и отрицательные стороны метода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Witten, Ian H. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques / Ian H. Witten, Eibe Frank and Mark A. Hall; 3rd Edition. – Morgan Kaufmann, 2011. – P. 664.

2. Барсегян, А.М. Методы и модели анализа данных: OLAP и DataMining / А.М. Барсегян, М.И. Куприянов, В.Ф. Степаненко, И.Н. Холод. – СПБ: БХВ-Петербург, 2004. – 336 с.

3. Мусаев, А.А. Интеллектуальный анализ данных: учеб. пособие / А.А. Мусаев. – СПб: СПбГТИ (ТУ), 2018.

4. Сегаран, Тоби. Программируем коллективный разум / Тоби Сегаран. – СПб: Символ-Плюс, 2012. – 368 с.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ОПТОВОЛОКНА И ВИТОЙ ПАРЫ ДЛЯ ИНТЕРНЕТ-МАГИСТРАЛИ ОТДАЛЕННЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Герасимов А.С. – магистрант
Науч. рук. ***Зенина Е.Г.*** – канд. техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Вопрос выбора провода является одним из сложнейших при прокладке новой интернет-магистрали. На сегодняшний день всего две марки провода могут посоревноваться друг с другом, а именно: витая пара и оптоволокно. У каждого из проводов есть свои достоинства и недостатки, что так или иначе является тяжелым выбором для интернет-провайдера.

Оптоволокно создается из стекла или пластика, по которым перемещается свет, и является одним из современных быстрых способов передачи сигнала, обладает достаточно хорошими характеристиками, такими как:

– высокая скорость передачи данных – от 1 до 100 Гбит/с;

– высокая помехозащищенность, стойкая в электролиниях и при грозе, не несет искажения в сигнале;

– широкий диапазон рабочих температур – от –100 до +500 градусов Цельсия;

– высокая длина одного сегмента без затухания – до 15 км;

– меньший вес по сравнению с витой парой;

– гарантия на продолжительность эксплуатации 25 лет.

Витая пара состоит из двух медных проводов, покрытых пластиковым изолятором разных цветов, дальше два провода скручиваются в определенном шаге и образуют группу проводов.

По характеристикам витая пара уступает оптоволокну, но по сравнению с ним имеет другие достоинства:

– требует мало затрат на создание и, следовательно, дешевле;

– не боится критических перегибов провода, тогда как у оптоволокна максимальный угол изгиба 90 градусов, и сигнал дает ослабление до конечной точки.

В отличие от оптоволокна, витая пара проста в монтаже и нехрупка. К недостаткам витой пары по сравнению с оптоволокном стоит отнести:

– невысокую скорость передачи сигнала – до 10 Гбит/с;

– длину одного сегмента – не более 300 метров;

– срок службы 15 лет;

– подверженность помехам, что вынуждает ставить дополнительное оборудование.

Сравним оба варианта исходя из параметров хорошего интернет-сигнала, долговечности и экономической целесообразности. С точки зрения экономичности стоимость витой пары со всем вспомогательным оборудованием в 1,5 раза дешевле оптоволокна и оборудования для нее. По долговечности оптоволокно на 10 лет превышает гарантийный срок витой пары, что является с экономической точки зрения выгоднее: на конец срока использования оптоволокна витая пара будет уже заменена новым проводом.

Подводя итоги вышесказанному, стоит отметить, что для прокладки интернет-магистрали в отдаленных населенных пунктах целесообразнее использовать оптическое волокно, так как его длительный эксплуатационный срок является экономически более выгодным вариантом использования. Также с точки зрения качественного сигнала оптоволокно имеет лучшие показатели для использования в повседневной жизни. Оптоволокно благодаря высокой помехозащищенности и устойчивости к грозовым перенапряжениям не имеет искажений в передаваемом сигнале.

Таким образом, предлагается произвести слияние двух видов проводов в комбинированный провод, который позволит комплексно решить задачи ресурсообеспечения страны. Конструктивное исполнение комбинированного провода показан на рис. 1.

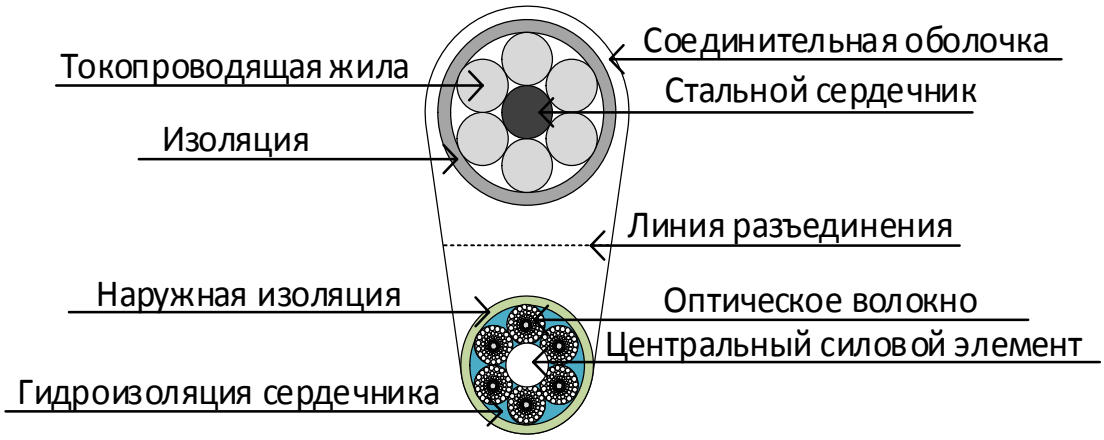

Рис. 1. Конструктивное исполнение комбинированного провода

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Олифер, В.Г., Олифер, Н.А. Основы сетей передачи данных. Курс лекций: учебное пособие / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – изд. 2-е, испр. – М.: ИНТУИТ.РУ «Интернет – университет информационных технологий», 2019. – 176 с.

2. Скляров, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи / О.К. Скляров. – М.: Солон-Пресс, 2018. – 480 с.

3. Волоконно-оптическая связь: Приборы, схемы и системы. – М.: Радио и связь, 2018. – 272 с.

ПРИМЕНЕНИЕ СТАНДАРТА МЭК 61850 ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ

Сальникова А.А. – студент
Науч. рук. ***Кущ Л.Р.*** – канд. техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

В настоящее время обмен данными между подстанциями и диспетчерским пунктом осуществляется в цифровом формате. Для этого используются различные протоколы, что усложняет взаимодействие устройств, замедляет их работу и увеличивает количество описательной документации и риск появления ошибок при наладке. В данный момент наиболее распространенными протоколами являются Modbus, МЭК 60870-101/104, DNP3.

Modbus использует обмен данными по модели «ведущий – ведомый». Его плюсами является простота реализации, распространенность. Данный протокол имеет существенный недостаток из-за свой архитектуры – это невозможность подчиненного устройства инициировать отправку данных ведущему и, как следствие, задержка важной для своевременного срабатывания релейной защиты информации.

Протокол DNP3 слабо развит в России, однако его преимуществом является возможность передачи данных как от ведущего устройства к ведомому, так и между ведомыми устройствами, а также независимость объектов данных от передаваемых сообщений.

Данные по протоколам Modbus и DNP3 передаются по последовательному порту RS-242 и RS-485, из-за чего могут возникать задержки.

МЭК 60870-101/104 регламентирует передачу данных по коммутационному стеку TCP/IP, что ускоряет скорость передачи информации, но протокол имеет также существенный недостаток – отсутствие унифицированного описания контролируемого объекта.

Данные протоколы связи не позволяют реализовать функции реального времени, такие как передача мгновенных значений токов и напряжений. Поэтому для решения недостатков рассмотренных протоколов стал применяться стандарт МЭК 61850. Данный стандарт определяет не только то, как должен производиться обмен информацией, но и то, какой информацией должен производиться обмен.

Согласно стандарту, функции системы автоматизации подстанции могут логически распределяться по трем различным уровням: станция, присоединение/секция или процесс [1].

Передача данных между уровнями осуществляется с помощью шины процесса. Все сигналы, включая мгновенные значения токов и напряжений, оцифровываются непосредственно в аппарате и передаются устройствам защиты и автоматики в виде цифрового потока данных по информационной сети, называемой шиной процесса.

Согласно стандарту МЭК 61850, в качестве протоколов передачи данных необходимо использовать протоколы MMS и GOOSE. MMS используется для передачи данных от терминалов РЗА с подстанции в SCADA систему для дальнейшей визуализации, сбора и хранения данных и мониторинга, а GOOSE – для обмена данными между терминалами и сбора данных с коммутационного оборудования.

Протокол GOOSE обеспечивает повышенные, по сравнению дискретными входами-выходами, быстродействие и надежность передачи сигналов. В одном GOOSE-сообщении может отправляться как одно значение, так и одновременно несколько. Устройство-получатель может извлечь из пакета лишь те данные, которые ему необходимы. При изменении какого-либо из значений устройство моментально инициирует посылку нового GOOSE-сообщения с обновленными данными. Принцип передачи GOOSE-сообщения представлен на рис. 1.

Для адресаций в данном протоколе используются MAC-адреса, что устраняет возможность ошибок адресаций.

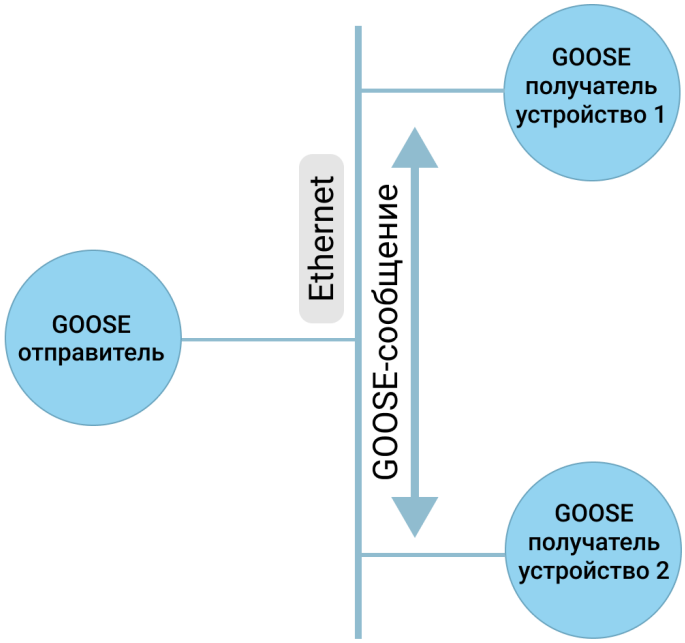

Рис. 1. Принцип передачи GOOSE-сообщения

Раздел МЭК 61850-8-1 описывает преобразование данных в объект-переменную MMS (рис. 2), которая позволяет однозначно идентифицировать указатель каждого элемента данных и тем самым устраняет возможность ошибок адресаций.

Например, имеется логическое устройство с именем «Relay 5», состоящее из одного логического узла, ему присваиваются функциональное ограничение и тип данных. Также в структуре прописывается передаваемая величина.

Значения токов и напряжения с измерительных ТТ и ТН передаются по протоколу SV в цифровом виде, поэтому терминалам рейлейных защит не

нужно тратить время на преобразование аналоговых сигналов в цифровые. Если на ПС нет цифровых ТТ и ТН, то необходимо установить преобразователь аналоговых сигналов.

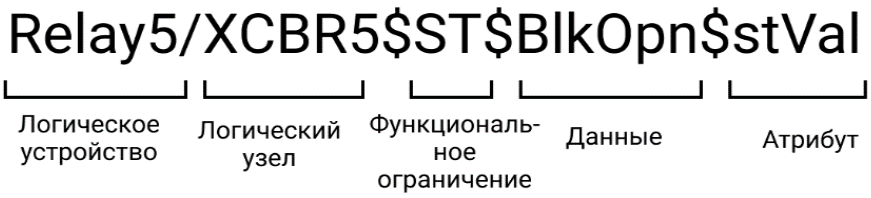

Рис. 2. Структура объект-переменной MMS

Как правило, на подстанциях используются различные производители оборудования, что делает невозможной быструю замену одного производителя на другого. Применение стандарта позволяет сделать оборудование различных производителей взаимозаменяемым и облегчает работу персонала подстанции, так как подключение нового оборудования проводится с минимальными усилиями.

Применение протоколов MMS и GOOSE, описанных стандартом МЭК 61850, по сравнению с другими позволяет:

1) унифицировать передачу данных между устройствами различных уровней;

2) передавать данные в режиме реального времени;

3) уменьшать количество ошибок адресаций;

4) ускорять передачу данных.

Также стандарт является одним из ключевых шагов к реализации «Цифровой энергетики» в рамках национального проекта «Цифровая экономика Российской Федерации» [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. IEC 61850 First edition 2004-05 - Communication Networks and Systems in Substations.

2. Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», протокол № 16 от 24 февраля 2018 г.

СЕКЦИЯ № 3

ОБРАЗОВАНИЕ В ЭНЕРГЕТИКЕ: УНИВЕРСАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ИННОВАЦИИ

Председатель: ***Лысакова Ж.А.*** – канд. пед. наук, доцент
Зам. председателя: ***Ходырева Н.Г.*** – канд. пед. наук, доцент
Секретарь: ***Новикова Д.С.*** – инженер

ЗНАЧИМОСТЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПРИ ОБУЧЕНИИ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ЦИФРОВЫЕ РЕЛЕЙНЫЕ ЗАЩИТЫ»

Кузнецов А.С. – магистрант
Науч. рук. ***Зенина Е.Г.*** – канд. техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Актуальной задачей современного высшего технического образования является развитие профессиональных компетенций будущих специалистов. Для ее решения в учебном процессе используются разнообразные формы, методы и технологии обучения. В ходе профессиональной подготовки студент должен изучить оборудование профильных предприятий и способы его функционирования, поэтому важным элементом формирования умений выпускников является качественная организация лабораторных занятий.

Рассмотрим вопросы развития профессиональных компетенций студентов на примере профиля подготовки, связанного с релейной защитой. Получив высшее образование, молодой специалист идет на производство, где ему необходимо работать с терминалами релейной защиты и специальным оборудованием, например, РЕТОМом, мегаомметром и другими. Несомненно, полученные на лекционных и практических занятиях знания очень важны: необходимо уметь самому рассчитывать установки защит, представлять примерный вид векторной диаграммы, понимать в целом принцип действия защит [1, 2]. Но этого недостаточно, ведь сама настройка терминала релейной защиты – это совсем другой вид деятельности.

Терминал представляет из себя некий электронный логический блок – своего рода компьютер, в логику которого заложены считывание различных сигналов и, в зависимости от поставленных задач, генерация различных управляющих сигналов. Терминал встраивается в шкаф релейной защиты, в котором, помимо терминала, расположена вся обвязка, то есть связь терминала с помощью кабелей с другими управляющими устройствами и электрооборудованием. Для корректного обслуживания и наладки терминала необходимо понимать,

откуда и какие сигналы приходят и уходят в терминале, какую информацию они несут и за что отвечают.

Специалист, работающий с терминалом, должен четко понимать, как работать с этим оборудованием, ведь неправильное подключение может грозить не только повреждением установок, но и поражением обслуживающего персонала электрическим током. Терминалы релейной защиты выпускаются разными производителями – ООО НПП «ЭКРА», ООО «НТЦ «Механотроника», «Siemens AG» – и предназначены для разных типов защит. Некоторые терминалы похожи между собой по логике работы или входным и выходным сигналам, а некоторые полностью отличаются. В среднем длительность курса обучения работы с конкретным терминалом составляет 80 часов – при условии, что обучающийся знаком с типовым оборудованием.

Для того чтобы более качественно построить образовательный процесс, предлагается увеличить число лабораторных работ путем перераспределения нагрузки между лабораторными работами и практическими занятиями. Помимо увеличения часов, необходимо выстроить план проведения лабораторных работ таким образом, чтобы молодой специалист, придя на работу, мог выполнять прикладные задачи по своей специальности. В соответствии с этим необходимо оснащать лабораторные кабинеты современным оборудованием, соответствующим или аналогичным тому, которое используется у потенциальных работодателей.

В настоящее время лаборатории в вузах оснащаются современными стендами и установками при поддержке заводов-изготовителей оборудования, а также компаний-партнеров, которые являются потенциальными работодателями студентов-выпускников. В лабораториях филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском, созданных при поддержке ООО «НТЦ «Механотроника», студенты младших курсов могут познакомиться с оборудованием, его видами и функциональными возможностями [3]. Из опыта взаимодействия со студентами можно сделать вывод, что будущим выпускникам интересен данный вид практики и такая форма обучения влияет на дальнейший выбор профиля подготовки.

Студенты старших курсов могут получить необходимые компетенции для освоения будущей профессии в сфере релейной защиты, а именно:

– рассмотреть варианты шкафов релейной защит, их устройство и состав;

– научиться работать с блоками релейной защиты и специализированным программным обеспечением;

– научиться работать с дополнительным оборудованием, таким как программно-технический комплекс «РЕТОМ»;

– отточить свои навыки работы с устройствами релейной защиты;

– настроить блоки РЗиА и проверить их работу при воздействии на них электрического тока (при определенном навыке и наличии допуска).

Выполнение студентами лабораторных работ – это важная составляющая учебного процесса, которая является насущной необходимостью, так как позволяет:

– получить практические навыки;

– познакомиться с оборудованием и программным обеспечением;

– понять практическую составляющую своей будущей профессии.

При этом риск получения производственных травм сведен к минимуму, поскольку оборудование не подключено к высоковольтной сети.

Внедрение данной методики в образовательный процесс позволит молодым специалистам сформировать профессиональные компетенции, необходимые для эффективной работы по специальности после выпуска. Уровень их подготовленности к трудовой деятельности будет достаточно высоким, что позволит быстрее усваивать новые знания непосредственно на рабочем месте и быстрее втягиваться в работу. Работодатели, таким образом, получат возможность не только ускорить обучение новых сотрудников, но и улучшить свой кадровый состав.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев, В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: учебник для вузов по спец. «Электроснабжение» / В.А. Андреев. – изд. 3-е, перераб. и доб. – М.: Высш. шк., 1991. – 496 с.: ил.

2. Шнеерсон, Э.М. Цифровая релейная защита / Э.М. Шнеерсон. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 549 с.: ил.

3. ДИВГ.648228.014 РЭ-ЛУ. Механотроника. Блок микропроцессорный релейной защиты БМРЗ, руководство по эксплуатации.

ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ СРЕДИ УЧАЩИХСЯ ПРУ «МЭИ» В Г. ВОЛЖСКОМ СРЕДСТВАМИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА «СИРИУС»

Горшкова С.П. – студент
Науч. рук. ***Устинова Л.Г***. – канд. пед. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Одним из приоритетных направлений работы современного образования является развитие системы дистанционного обучения, привлекающей ресурсы дополнительных образовательных программ на основе самообразования. Если считать математику «универсальным языком науки» [1], то формирование математической грамотности школьников, повышение мотивации к усвоению знаний по математике, умение применять их в реальной жизни является актуальной задачей российского образования.

Фондом «Талант и успех» образовательного центра «Сириус» выстроена система непрерывного очно-заочного обучения, которая включает в себя дистанционные курсы для отбора талантливой молодежи в программы по разным

направлениям. Например, на очную программу по математике продолжительностью 24 дня отбираются победители всероссийских олимпиад или подростки, имеющие различные высокие достижения в области математики, то есть грамотные и мотивированные учащиеся.

Однако дистанционно могут учиться не только талантливые школьники на этапе отбора. Для любого школьника, для родителей, учителей разработана специальная платформа «Сириус. Курсы», учебные модули которой посвящены дополнительным главам по различным дисциплинам. Участие школьников в дистанционных курсах позволяет не только закрепить изученный материал, усвоить новые знания, но и приобрести опыт самостоятельного обучения, сформировать систему универсальных знаний, приобщить молодежь к образованию и науке.

Усвоение программы на платформе «Сириус. Курсы» требует сопровождения учащихся как со стороны образовательного центра, так и со стороны школьного учителя или наставника. Наставник из числа студентов помогает школьникам определить цель обучения, например повышение уровня предметных знаний путем углубленного изучения разделов школьной программы, справиться с трудным в понимании материалом.

Девятиклассники предуниверситария МЭИ в г. Волжском приняли участие в онлайн-курсах образовательного центра «Сириус», изучая учебные модули по дополнительным главам геометрии. В качестве наставников с учащимися работали студенты первого курса филиала МЭИ в г. Волжском, помогая в решении задач и усиливая тем самым мотивацию и интерес к учебной деятельности.

Для углубления и расширения знаний, повышения качества усвоения материала обучение на онлайн-курсах было дополнено использованием на уроках математики собственных средств, а именно визуальными демонстрациями геометрических задач в программе Геогебра. Программа, например, обладает возможностями для демонстрации перемещения точки в пространстве, что было использовано при решении геометрической задачи на нахождение площади треугольника (рисунок).

Рисунок. Пример визуальной демонстрации задач

Было наглядно показано, что при перемещении точки из одной вершины квадрата в другую по диагонали, параллельной диагонали маленького квадрата, площадь треугольника не изменится, а значит, можно заменить его равновеликим.

Использование метода визуализации в процессе обучения облегчает понимание сложных тем, способствует развитию умения решать математические задачи [2], повышает творческий подход к дополнительной учебной деятельности, развивает интеллектуальные способности учащихся.

Подводя итог, следует отметить, что такое направление деятельности, как система дополнительного образования в дистанционной форме, в комплексе с активным использованием метода визуализации повышает уровень знаний и математической культуры, стимулирует интерес и к школьному предмету и к олимпиадному движению, способствует популяризации научных знаний среди школьников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сборник примерных программ математических дисциплин цикла МиЕН Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования 3-го поколения. – М., 2008. – 137 с.

2. Шеховцова, Д.Н. Использование компьютерных технологий для визуализации математического знания / Д.Н. Шеховцова. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/

СПЕЦИФИКА ПЕРЕВОДА НЕМЕЦКИХ СЛОЖНЫХ СЛОВ В ТЕХНИЧЕСКИХ ТЕКСТАХ

Маврина А.Р.[1] – студент
Науч. рук. ***Калюжная И.А.***[1, 2] – канд. филол. наук
[1]ВФ ФГАОУ ВО ВолГУ
[2]Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Научно-технический перевод отличается от других видов перевода специфическими особенностями (лексическими, грамматическими и стилистическими). Перевод технических текстов – это перевод текстов, имеющих научно-техническую направленность, которые содержат в себе одновременно научную и техническую терминологию [1].

Трудности перевода состоят в том, что, кроме хорошего знания языка, нужно владеть специальными знаниями и знаниями технической терминологии. Научно-технические тексты содержат большое количество терминов, то есть слов, относящихся к определенной области знаний и имеющих однозначную трактовку. Однако один и тот же термин может использоваться в различных научно-технических областях, в данном случае его перевод будет зависеть от той области, в которой он применяется [2]. Так, например, лексема *der Satz*

переводится в области машиностроения как «набор, комплект». А в программировании слово *der Satz* обозначает «запись (данных) или массив (данных)» [3].

Среди терминов встречаются сложные слова, композитные наименования, которые представляют сложность для перевода. Сложные слова, имеющие несколько компонентов, или композиты в немецком языке, – явление широко распространенное и достаточно изученное. В технической литературе встречаются слова, имеющие в своей структуре два и более компонентов [4].

Например, *die Rechenmaschine* – электронная вычислительная машина. Данный термин представляет собой сложное слово, состоящее из двух компонентов. А термин *der Brennststoffverbrauch* (расход горючего) – это сложное слово, состоящее из трех основ. Не всегда значения компонентов можно однозначно перевести на другой язык. Так, например, лексема *der Wasserhahn* (дословно: водный петух) переводится как «водопроводный кран» и используется в качестве термина в научно-технической литературе.

Термины должны иметь ясное и точное соответствие с реальными объектами и фактами, неоднозначное толкование может привести к неадекватному переводу, что при переводе технической документации недопустимо. Поэтому перед переводчиком научно-технической литературы стоят непростые задачи.

Для перевода терминов применяются следующие виды перевода.

1. Калькирование (буквальный перевод) – используется очень часто при переводе сложных терминов. Так, слово *der Atomreaktor* переводится данным способом как «атомный реактор».

2. Дословный перевод – термин или каждый его компонент переводится дословно. Так, слово *die Kettenreaktion* переводится в соответствии со значениями компонентов как «цепная реакция».

3. Нахождение эквивалента. Так, например, слово *das Erdöl* в русском языке имеет терминологический эквивалент «нефть».

4. Описательный перевод – термин невозможно перевести иными способами. Иногда термин можно передать только путем раскрытия и дополнительного пояснения, так как невозможно подобрать эквивалент или использовать другие способы перевода. В качестве примера можно привести слово *das Netzanschlußgerät*, которое переводится как «прибор с питанием от сети» [3]. Часто описательный перевод используется для передачи новых терминов (неологизмов).

Подводя итог, необходимо отметить, что в результате проведенного исследования были определены следующие современные тенденции при переводе немецких сложных слов в технических текстах. Было установлено, что при переводе научно-технических текстов необходимо уделять внимание точному и адекватному переводу терминов. Перевод терминологии связан с той областью знаний, в которой он используется. В немецкоязычной технической литературе в качестве терминов часто встречаются сложные слова, композитные наименования, которые представляют определенную трудность для переводчика. Чаще

всего для их перевода используется калькирование, однако они могут переводиться и другими способами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комиссаров, В.Н. Современное переводоведение: учеб. пособие / В.Н. Комиссаров. – М.: ЭТС. – 2001. – 424 с.

2. Каргина, Е.М. Основные вопросы немецкой научно-технической терминологии / Е.М. Каргина // Молодой ученый. – 2015. – № 4 (84).

3. Башкирова, О.А., Шарапова, Т.Н. Трудности перевода немецкой научно-технической литературы / О.А. Башкирова, Т.Н. Шарапова // Филологические науки. Вопросы теории и практики. – 2017. – № 9 (2). – С. 85–88.

4. Крупнова, Н.А. Композиты немецкого языка: механизм семообразования / Н.А. Крупнова // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2014. – № 4 (145). – С. 28–30.

К ВОПРОСУ О ПЕРЕВОДЕ НЕМЕЦКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ

Сафронова С.А.[1] – студент
Науч. рук. ***Калюжная И.А.***[1, 2] – канд. филол. наук, доцент
[1]Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
[2]ВФ ФГАОУ ВО ВолГУ

В современном мире потребность в техническом переводе с каждым днем увеличивается. Это связано с развитием экономических отношений стран, а также с появлением новых технологий. В данной статье представлены принципы перевода терминов из области науки и техники, роль иноязычных заимствований в научно-технической терминологии, а также влияние отношений стран на пополнение словаря того или иного языка. Актуальность данной темы велика, так как XXI век – это век научно-технического прогресса, что способствует непрерывному пополнению технических понятий и изменению значений.

Под технической терминологией понимается вся лексика, а также словосочетания, которые прямо или косвенно связаны со сферой техники: приборы, механизмы, роботы, детали [1].

Рассмотрим основные аспекты научно-технической терминологии. Изучим главные источники возникновения технических терминов, обращая внимание на следующие моменты.

Во-первых, пополнение языка новыми техническими терминами связано с ежедневной производственной деятельностью людей. С развитием индустриального общества труд человека начал заменяться машинами, при этом возникали новые понятия. Ко всему прочему произошел сильный скачок в науке и образовании, что также способствовало обогащению немецкого языка.

Во-вторых, основным источником возникновения технических терминов является сам словарный запас языка, то есть общеупотребительные слова. Для нас не всегда понятно, что конкретно означает слово, так как оно приобретает иной смысл, переносное значение. В качестве примера рассмотрим слово *die Katze*, которое переводится в своем обычном значении как «кошка». Но в функции термина в строительном производстве имеет значение «блок», а в машиностроении – «тележка подъемного крана». Или слово *der Laster*, что в переводе означает «вредная привычка». В автомобильной сфере это слово будет переводиться как «грузовик». Слово *der Tau* (роса) имеет и другое значение – «трос или канат».

Еще одним источником образования научно-технических терминов является внедрение заимствованных слов. Заимствованные слова – это иноязычные слова, вошедшие в состав данного языка. Заимствование увеличивает объем языка, служит появлению новых словообразований [1, 2].

В современном языке, и в частности в терминологии, часто можно встретить англо-американизмы, то есть заимствования из английского языка. Это связано в основном с мировыми процессами глобализации знаний, а также с интернационализацией в сфере экономики, что делает более легким процесс коммуникации в мировом сотрудничестве.

Изучение профессиональной и терминологической лексики требует освоения конкретных этапов. Существуют различные методы перевода терминологической лексики в языке. Для перевода сложных слов часто используется метод калькирования. Он заключается в том, что все слово при переводе разбивается на части, то есть выделяют его морфемы. Так, например, слово *die Rechenmaschine* – вычислительная машина, *die descriptive Anatomie* – дескриптивная анатомия [1].

Для работы с простыми терминами-существительными рекомендуется использовать способ поиска полного терминологического совпадения по значению. Слова, которые имеют полное соответствие в родном языке, играют очень важную роль при переводе текстов, так как они могут служить основой для раскрытия значений других слов, однако это не всегда так. Возьмем для примера ряд слов: *der Computer, der Motor, der Traktor, der Termin*. Если первые три слова созвучны с такими же русскими словами и действительно обозначают *компьютер, мотор, трактор*, то последнее слово имеет значение «срок, время или точная дата» [1, 2].

Итак, в результате проведенного анализа всех аспектов научно-технической терминологии были сформулированы следующие положения. Основу всех терминов составляют заимствованные слова либо общеупотребительные слова своего языка. Изменение языка идет постоянно, как и развитие науки, поэтому очень важно повышать свой словарный запас для точного перевода текста. Заимствованные слова, в том числе и в области терминологии, вносят огромный вклад в усовершенствование словарного запаса языка, они усиливают и обогащают его, делая точным и выразительным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каргина, Е.М. Основные вопросы немецкой научно-технической терминологии / Е.М. Каргина // Молодой ученый. – 2015. – № 4 (84).

2. Клестер, А.М., Шумайлова, М.С. Проблема иноязычного заимствования в немецкой научно-технической терминологии / А.М. Клестер, М.С. Шумайлова // Омский научный вестник. Сер. «Общество».

3. Multitran (словарь). – URL: https://www.multitran.ru (дата обращения 05.05.2022).

СПОСОБЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕРМИНОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Соловьева Е.Ю.[1] – студент
Яковлев Р.А.[2] – студент
Науч. рук. ***Опара А.А.***[1] – канд. филол. наук, доцент
[1]Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
[2]ВолгГТУ

В данной работе описываются основные способы формирования терминов на русском языке в области энергетики, поскольку эта область исследований имеет большой потенциал для будущего развития, например в области возобновляемых источников энергии. Материалом для данного исследования стали материалы научных конференций филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском, в которых рассматривалась понятийная составляющая терминов в области электроэнергетики.

Целью этого исследования было изучение структуры и процессов, связанных с созданием терминов. Преобладающее их количество составляют многокомпонентные термины и терминологические словосочетания, заимствованные из английского языка. Морфологический способ образования является наиболее распространенным способом построения терминов. Еще одной важной деталью, касающейся сложных инженерных терминов, является кластер атрибутов.

Переводчики анализируют структуру терминологических фраз, а также рассматривают проблемы перевода терминов. Многокомпонентные термины представляют собой основную проблему для понимания и перевода, поскольку эти словосочетания сформированы по определенному шаблону. Также происходит исследование по определению и характеристике неологизмов. Неологизмы обычно образуются с помощью таких языковых средств, как компаундирование, конверсия и изменение значения.

В данных тезисах приводятся материалы по изучению терминологии в области электроэнергетики. Во-первых, эта сфера имеет большой потенциал для будущего развития. Во-вторых, анализ материалов показал, что переводчики сталкиваются с определенными проблемами при переводе профессиональной и узкоспе-

циализированной лексики. Более того, следующий анализ терминов будет полезен как для перевода, так и для лингвистики, поскольку он раскрывает основные структуры, используемые для образования терминов. Таким образом, целью нашего исследования является:

– изучение литературы, освещающей проблему, заявленную в данном исследовании;

– анализ основных методов образования терминов;

– исследование проблем, возникающих при переводе;

– изучение особенностей неологизмов и их характеристики.

Лингвистический анализ литературы по теоретическим вопросам терминологии указывает на наличие большого количества определений того или иного термина. Однако широкое использование слова «термин», относящегося к различным объектам, не может дать логичного и единообразного определения. Таким образом, определение термина по-прежнему остается актуальной проблемой.

На протяжении многих лет предпринимались многочисленные попытки классифицировать основные механизмы образования новых терминов. Обобщая результаты этих исследований, мы можем констатировать, что основными способами образования терминов являются следующие:

1) семантический (в качестве термина используется слово или словосочетание общего языка);

2) морфологический (новый термин образуется посредством сложения, аффиксации);

3) синтаксический (формирование терминологических фраз);

4) заимствование слов и выражений из общеупотребительной лексики, других терминологических систем и других языков);

5) сокращения.

Поскольку основным требованием к термину является его уникальность, реализуется это следующими двумя возможными способами:

1) общие научно-технические термины;

2) специальные (номенклатурные) термины.

Общие научные и технические термины выражают общие понятия науки и техники. Термины существуют не только в языке, но и в определенной терминологической системе. Терминология как система научных терминов является подсистемой в рамках общей лексической системы. По определению А.А. Реформатского, терминология – это система научных понятий, соответствующих соответствующему словесному выражению [1].

Специфика терминов как особой категории лексических слов заключается в том, что они создаются в процессе производства и исследований и поэтому функционируют только в среде, которая содержит соответствующие научные и производственные реалии, то есть макроконтекст. Поэтому, в отличие от общих слов, значение которых становится очевидным через ситуацию или лингвистический контекст, моносемичность термина регулируется как экстралингвистическим макроконтекстом, так и лингвистическим микроконтекстом.

Новые термины могут быть сформированы в определенной среде, например, в исследовательской лаборатории, промышленной компании, на конференции и т. д. Обычно термин формируется в предметной области, в которой он будет использоваться; это обусловлено личными особенностями вовлеченных лиц, стимулом, вызывающим появление термина, и, конечно, фонологическими, морфосинтаксическими и лексическими структурами языка, в котором новое понятие находит свое применение. В сфере науки и техники, особенно в области электроэнергетики и энергетики, многокомпонентные термины составляют более 80 % всего словарного запаса.

Анализ образования английских энергетических терминов приводит к выводу, что основными способами их образования являются синтаксический, семантический и морфологический, они также могут быть построены за счет заимствований из других языков и специальной терминологии. Большинство современных английских терминов имеют синтаксическое происхождение. Описанная тема представляется актуальной, поскольку непрерывное развитие электроэнергетики и постоянный поиск новых источников энергии открывают потенциал для образования новых терминов и, следовательно, для их перевода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Реформатский, А.А. Введение в языковедение: учебник для вузов / А.А. Реформатский; под ред. В.А. Виноградова. – 6-е изд. – М.: Аспект Пресс, 2004. – С. 108.

2. Hann, M. The Key to Technical Translation. Volume 1: Concept specification / M. Hann. – John Benjamins Publishing Company, 2015. – С. 115–210.

СПЕЦИФИКА ПЕРЕВОДА ТЕХНИЧЕСКИХ ТЕКСТОВ С АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА НА РУССКИЙ

Новичкова А.И.[1] – студент
Науч. рук. ***Калюжная И.А.***[1, 2] – канд. филол. наук
[1]ВФ ФГАОУ ВО ВолГУ
[2]Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Проблема специфики перевода технических текстов с английского на русский язык является одной из наиболее актуальных на данный момент. В работе рассмотрены способы перевода технических текстов, лексические особенности текстов научно-технической направленности, определены основные трудности при переводе терминологии и терминологических словосочетаний.

В ходе работы был проведен сбор статистических данных, на основе которых было выявлено, что большая часть опрошенных сталкивалась с трудностями в процессе перевода научно-технического текста, а также терминологии с английского языка на русский язык. Они не осуществляли предпереводческий

анализ текстов, но использовали дополнительную литературу (методические рекомендации, учебники, словари, справочники и др.) при переводе.

Научно-технический текст – это текст особого рода, он содержит специальную научно-техническую информацию. У данных текстов есть ряд особенностей: точность и ясность излагаемой информации, отсутствие эмоционально-окрашенной лексики, краткость и лаконичность [1]. Кроме того, в технических текстах используется терминология, которая представляет собой определенную трудность для переводчика.

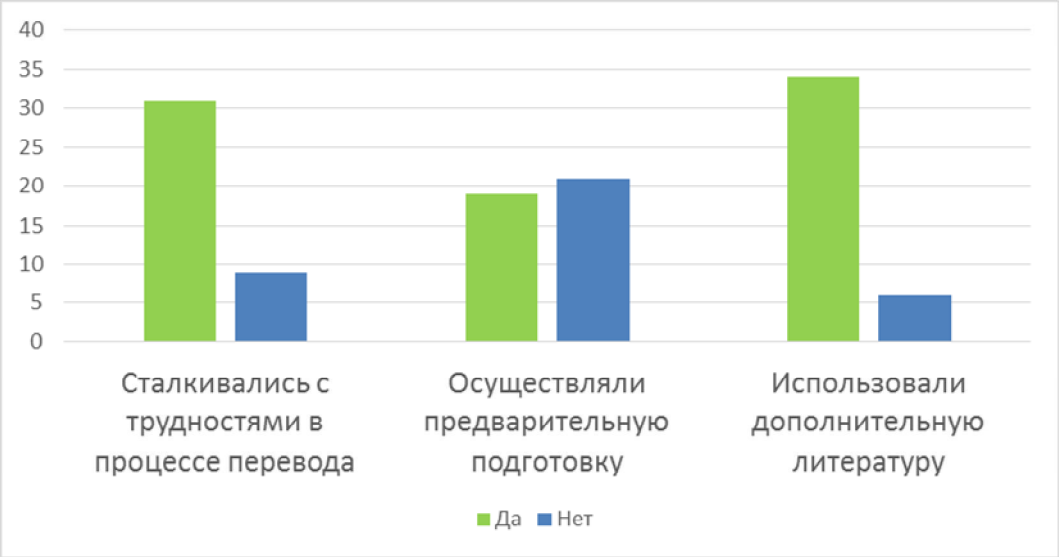

Рис. 1. Результаты сбора статистических данных среди студентов

По определению Л.С. Бархударова, термин – это «слово или словосочетание, связанное с понятием, принадлежащим к какой-либо области знаний или деятельности» [2].

Сложность работы переводчика в области технического перевода включает в себя различные аспекты: во-первых, количество терминов очень велико и постоянно возникают новые номинации; во-вторых, существует проблема унификации и вариативности терминов. Кроме того, в текстах могут встречаться узкопрофессиональные и нестандартные термины, что является также сложностью для переводчиков [3].

Проблема при переводе специальных терминов может заключаться также в непонимании научной или технической сути самого предмета перевода, когда переводчик не обладает необходимыми знаниями в данной области [3]. От правильного выбора способа перевода технической терминологии может зависеть качество перевода технического текста в целом.

Известно, что основными способами перевода научно-технических терминов являются заимствование и калькирование.

Так, например, в технических текстах встречается слово *interface* – «интерфейс», которое пришло в русский язык из английского языка. Метод калькирования используется при переводе лексемы *over power* – сверхсила.

В некоторых случаях может использоваться дословный перевод, например, *digital watch* часто переводят именно с помощью описания как «часы с цифровой индикацией».

В научно-технических текстах также встречаются различного рода сокращения. Они признаны лексическими единицами, так как могут являться самостоятельными и фиксироваться в лексикографических источниках. В английском языке сокращения делятся на аббревиатуры, которые образуются от начальных букв слов, например, ADC (*analog-digital* conversion) и акронимы, которые образованы из разных сочетаний букв, например, radar (*Radio detection and ranging*) [3].

Подводя итог, необходимо отметить, что в результате проведенного исследования были определены следующие важные моменты. Применение статистических данных при характеристике проблем перевода технических текстов очень актуально в современных лингвистических исследованиях. При переводе научно-технических текстов следует подбирать наиболее подходящие слова для максимально точной передачи мысли. С точки зрения грамматики важно не забывать о нормах перевода научно-технических текстов. Для обеспечения точности информации применяется логически обоснованное изложение материала без применения эмоционально окрашенных слов и выражений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комиссаров, В.Н. Современное переводоведение: учеб. пособие. / В.Н. Комиссаров. – М.: ЭТС. – 2001. – 424 с.

2. Бархударов, Л.С. Язык и перевод: вопросы общей и частной теории перевода / Л.С. Бархударов. – 2-е изд. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008.

3. Паршина, Т.В. О знании технической терминологии / Т.В. Паршина // Молодой ученый. – 2016. – № 15 (119). – С. 601–607. – URL: https://moluch.ru/archive/119/32883/ (дата обращения: 11.05.2022).

ПРОБЛЕМА ДЕГУМАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ В ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЩЕСТВЕ

Толстяков Н.А. – магистрант
Науч. рук. ***Ивахнов В.Ю.*** – канд. филос. наук, доцент
ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Развитие постиндустриального общества и внедрение информационных технологий в производственные и коммуникационные процессы во всех сферах общественной жизни, в том числе и в образование, привело к возникновению целого спектра негативных тенденций. Массовая технологическая модернизация системы образования породила процесс его дегуманизации. Происходит

утрата нравственных ценностей и норм, духовное развитие личности уходит на второй план, обесценивается и жизнь самого человека.

В образовании прослеживается тенденция вытеснения преподавателя из учебного процесса и возложение основных его функций на информационные технологии. Внедрение информационных технологий и систем в образовательный процесс, дистанционное образование и компьютерное тестирование, с одной стороны, дают ряд преимуществ в аспектах передачи знаний, решая лишь ограниченные прагматические задачи, а с другой стороны, нарушается устойчивая связь в системе отношений «учитель – ученик». «Компьютерный образовательный конвейер основан на технологии деперсонализации внутреннего мира и дидактического процесса. Личность учителя и личность ученика здесь теряют свой духовный и экзистенциальный статус. Из живых субъектов они превращаются в виртуальные объекты информационных манипуляций и технологического процесса» [1, с. 318].

Учащийся, будучи постоянно погруженным в информационную среду, теряет непосредственную связь с педагогами и упускает возможность получить значимый коммуникативный опыт для жизни в социокультурной среде. Как итог, молодой специалист лишен следующих важных навыков: уметь находить выход из конфликтной ситуации; аргументировано отстаивать свою жизненную позицию, принимая во внимание альтернативные взгляды; уметь работать в команде и следовать установленным корпоративным правилам и нормам; иметь способность уважать личное пространство окружающих; брать ответственность за свои действия и решения.

Наблюдается процесс сокращения аудиторных часов учебных занятий, происходит отказ от классического занятия и замена его работой в электронной образовательной информационной среде, просмотром видеолекций и прочим. «В результате такое смещение дидактических приоритетов в сторону электронного обучения может привести к тотальной дегуманизации образовательного процесса и, как следствие, разрушению классической социальной матрицы инкультурации и социализации новых поколений» [2, с. 134].

Нарушение же процесса социализации индивида и ошибки в образовательном процессе приводят к появлению в обществе различных форм девиаций негативного содержания.

В настоящее время в образовании приоритетными являются требования к уровню технических знаний, а духовное и нравственное развитие личности уже не играет определяющей роли. Игнорирование же аспектов личностного развития отрицательно сказывается на уровне профессиональной культуры специалиста. «Образованный человек – это не столько человек знающий, сколько подготовленный к жизни, ориентирующийся в сложных проблемах современной культуры, способный осмыслить свое место в мире» [3, с. 8].

Гуманитарное знание выступает определяющим фактором в процессе формирования личности, способствует развитию в человеке нравственных и культурных основ, формирует образность мышления и творческий характер

восприятия мира. В системе высшего образования наблюдается тенденция сокращения гуманитарного знания, это обусловлено тем фактом, что оно стало восприниматься как второстепенное, не отражающее основ технократического общества с его прагматическим видением мира. В этом и заключается парадоксальность современной информационной эпохи: с одной стороны, она дает человеку огромные возможности, с другой – совершенно не развивает его нравственную культуру, интеллектуальный и творческий потенциал.

Указанные тенденции и противоречия в современном образовании приводят к духовному кризису и нравственному упадку человека, который теряет основные жизненные ориентиры и становится придатком технологических механизмов. Дегуманизация образования – это путь обесчеловечивания, утраты человеком своей индивидуальной сущности, своего жизненного пространства и человеческих прав.

Преодоление сложившихся противоречий и процесса дегуманизации видится в сохранении меры и гармоничном сочетании социально-гуманитарного с другими видами научных знаний в системы современного образования. Технические средства не могут в полной мере подменять собой учителя, а учебный процесс должен проходить в условиях непосредственного живого взаимодействия.

Научная новизна данного исследования заключается в актуализации проблемы дегуманизации образования в современных социокультурных условиях и определении основных тенденций, приводящих к дегуманизации человека и социальных отношений. По мнению автора, это находит свое выражение в формировании зависимости человека от информационных устройств, в снижении роли социально-гуманитарного знания и, как следствие, в утрате способности к самостоятельному творческому мышлению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аблеев, С.Р., Кузьминская, С.И. Технологическая дегуманизация образования: сущность проблемы и социально-психологические последствия / С.Р. Аблеев, С.И. Кузьминская // Вестник Московского университета МВД России. – 2019. – № 6. – С. 314–318.

2. Аблеев С.Р. Цивилизационный суверенитет России: проблемы и дискуссии: монография / С.Р. Аблеев, А.Л. Золкин, С.И. Кузьминская, П.П. Марченя. – М., 2018. – 213 с.

3. Мехова, А.А., Будыкина, Е.П. Гуманистическая философия образовательных реформ: адекватность целей и результатов их реализации / А.А. Мехова, Е.П. Будыкина // Источник. – 1996. – № 3. – С. 6–14.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Новикова Д.С., Агарков Д.С. – магистранты
Науч. рук. ***Опара А.А.*** – канд. филол. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Проблема организации системы подготовки студентов высших учебных заведений, связанная с формированием умения написания научно-исследовательских работ, является актуальным вопросом. В филиале ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» исследовательская работа направлена на повышение как научного, так и профессионального уровня грамотности студента, самостоятельного развития навыков обработки, систематизации и анализа большого объема информации, а также способности аргументировано и четко выражать свою точку зрения на ту или иную проблему.

Цель работы – обосновать использование методологических характеристик применительно к научному исследованию.

Предметом исследования является процесс организации научно-исследовательской деятельности студентов филиала «МЭИ» в г. Волжском, определяющий повышение качества написания и оформления научных работ, в частности, при подготовке выпускных квалификационных работ, тезисов, статей.

Определение методологических характеристик – первостепенный инструмент выполнения студентом научно-исследовательской работы (далее НИР). К ним относят проблему, тему, предмет, объект исследования, задачи, гипотезу и защищаемые положения [1].

Любое исследование начинается с выделения проблемы. Проблема должна находить отражение в тематике исследования.

Цель представляет прогнозирование достижения научного результата, который предполагается получить в результате НИР.

Объект исследования представляет собой определенную область исследования, которая соответствует выбранной теме научной работы. Предмет – уточнение, конкретизация области исследования. Далее, после определения цели, объекта и предмета работы, выделяются задачи. Они могут быть сформулированы с учетом:

– углубления знаний о природе объекта исследования, его структуры;

– разработки теоретических основ предлагаемого решения выявленной проблемы;

– выбора методов преобразования, моделирования объекта исследования;

– практического применения, апробации разработанного решения.

При формулировании цели и задач исследования необходимо обращать внимание на ключевые слова, которые представляют собой глагол в неопределенной форме. К ним можно отнести следующие фразы-шаблоны: изучить,

систематизировать, провести (например, эксперимент), доказать, продемонстрировать, определить, спроектировать, разработать, установить и др.

Гипотеза представляет собой предполагаемое решение проблемы. Защищаемые положения – представление кратких и емких научных положений, полученных в результате выполнения НИР. В качестве таких положений следует отражать научную новизну исследования, практическую и теоретическую значимость.

Рассмотрим практический пример раскрытия сущности методологических характеристик применимо к научно-исследовательской работе, который представлен в табл. Данное исследование было проведено автором Д.С. Агарковым в рамках выполнения договора на разработку визуально-тактильного преобразователя.

Пример оформления методологических характеристик исследования

Методологическая характеристика	**Пример оформления**
Проблема	Обеспечение незрячим и слабовидящим людям возможности воспринимать окружающий мир посредством тактильных ощущений
Тема	Разработка устройства, реализующего функцию системы ориентирования для людей с ограниченными зрительными возможностями
Объект	Система ориентирования слабовидящих людей на местности
Предмет	Система ориентирования слабовидящих людей на местности, преобразующая геометрические параметры окружающего пространства в тактильные ощущения
Цель	Разработка визуально-тактильного преобразователя для определения наличия препятствий, обрывов, неровных поверхностей при ориентировании на местности, предназначенного для людей с ограниченными зрительными возможностями
Задачи	1. Изучение существующих бесконтактных методов измерения расстояния, выбор наиболее оптимального с точки зрения точности и быстродействия, помехоустойчивости. 2. Разработка алгоритма преобразования качественной тактильной передачи измеряемого расстояния пользователю. 3. Формирование проектной документации. 4. Апробация разработанного устройства
Гипотеза	Лазерные технологии измерения расстояния, основанные на электромагнитном изучении, значительно более эффективны по отношению к акустическим
Защищаемые положения	1. Дальномеры, принцип работы которых основан на лазерной технологии измерения расстояния, эффективнее своих акустических аналогов на дистанциях, порядок которых составляет несколько метров. 2. Разработанное устройство позволит в достаточной степени успешно решать проблему ориентации слабовидящих людей на местности

Таким образом, данное исследование можно применять в качестве методического материала для проведения факультативных занятий студентам филиала МЭИ для подготовки научно-исследовательских работ к участию в различных научных конференциях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сластенин, В.А. Педагогика: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / В.А. Сластенин, И.Ф. Исаев, Е.Н. Шиянов. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 576 с.

ОТ «ДОСТОЙНОЙ РАБОТЫ И ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА» К «УСТОЙЧИВОЙ РАБОТЕ И ЭКОНОМИЧЕСКОМУ РОСТУ»: АНАЛИЗ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

***Соловьева Е.Ю.*[1], *Яковлев Р.А.*[2]** – студенты
Науч. рук. ***Дубовикова Е.Ю.*[1]** – канд. экон. наук, доцент
[1]Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
[2]ВолгГТУ

Цели устойчивого развития (далее – ЦУР) – это план достижения устойчивого будущего для всего населения Земли, разработанный ассамблеей ООН. «Достойная работа и экономический рост» – цель № 8, содействует поступательному, всеохватному и устойчивому экономическому росту и достойным рабочим местам. Международная организация труда сообщает о стагнации или сокращении доходов населения в 2020 году, в дальнейшем экономическая ситуация на мировой арене ухудшилась. Вследствие пандемии коронавируса произошли серьезные экономические и финансовые потрясения (нарушение процессов промышленных производств, резкое снижение цен на сырье, нестабильность финансового рынка).

Осведомленность населения об экономических проблемах в мире благодаря ЦУР вызвала импульс для принятия коллективных мер по реализации целей устойчивого развития, в то же время, эти решения оставались некритичными по отношению к основным причинам экологических кризисов – экономическому росту, неравенству и чрезмерному потреблению на Глобальном Севере.

Основываясь на этом наблюдении и в соответствии с новейшими научными исследованиями по теме устойчивой работы и экономического роста можно сформировать обновленную структуру для ЦУР № 8, включая предложения по новым подцелям, задачам и показателям. Данная структура содержит в себе комплексный системный подход к достижению основных целей ЦУР – устойчивого будущего для нынешнего и будущих поколений. Ключевые современные положения включают в себя новые показатели для измерения зависимости общества от экономического роста.

Исследования в области роста и устойчивой работы основаны на парадигме высокой надежности, рассматривающей экономику как подсистему общества, которая сама по себе является подсистемой окружающей среды [1]. В то время как социальные и экономические системы не являются «естественными» (они не связаны никакими «естественными законами», а, скорее, созданы людьми и, следовательно, могут быть изменены). Если существует конфликт между экономическими и экологическими аспектами устойчивого развития, это означает, что необходимо уделять приоритетное внимание окружающей среде, поскольку от нее зависят и человечество, и экономика.

В настоящее время сценарии по территориальной организации населения, хотя и политически сложные, являются выбором человечества для предотвращения разрушительного потепления на 1,7 °С к 2030 году, как предсказано в последнем докладе МГЭИК (Межправительственная группа экспертов по изменению климата) [2].

Устойчивая работа также вносит практические и нормативные предложения по общественной организации труда. Согласно вышеизложенному материалу, для обновления ЦУР № 8 необходимо проработать следующие ключевые моменты, за реализацию которых будет ответственно правительство страны:

– рабочие места должны соответствовать смешанным вариантам как для мужчин, так и для женщин;

– государства должны обеспечивать «независимый устойчивый образ жизни для мужчин и женщин»;

– гарантировать охрану труда, понижать вредность производств;

– обеспечивать справедливую оплату труда для всех слоев населения;

– поддерживать соответствие экологического и социального факторов совместимости производства товаров и услуг.

Естественно, что достижение устойчивого труда потенциально снижает его значимость в современном обществе, поскольку значительная часть работы сегодня не соответствует трем аспектам устойчивого развития (социальный, экономический, экологический). Это было подчеркнуто ПРООН (Программа развития ООН) [3], поскольку достижение устойчивой работы требует преобразования форм трудовой деятельности.

Перечень индикаторов, представленных в ЦУР, может представить более сложную и многоаспектную информацию о прогрессе развития экономической ситуации. Индексы субъективного благополучия могут дополнять другие показатели, однако не могут учитывать экологическую устойчивость.

Таким образом, в данной работе обсуждались проблемы ЦУР № 8, основанные на научных данных о предотвращении экологических катастроф, включая исследования по устойчивому развитию – достойной работе и экономическому росту. Нынешняя формулировка ЦУР произошла в процессе сложных дискуссий на мировой арене и путем поиска компромисса между многими участниками. Однако анализ литературы показал, что для качественной реализации программы

ЦУР № 8 необходим более четкий подбор индикаторов, чтобы к 2030 году реализовать идею в полном объеме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Elder, M., Olsen, Sh. The design of environmental priorities in the SDGs. Global Pol / M. Elder, Sh. Olsen. – 2019. – С. 70–82.

2. Hickel, J. Urgent need for post-growth climate mitigation scenarios. Nat Energy / J. Hickel, P. Brockway, G.A. Kallis. – 2021. – С. 112–115.

3. World Employment and Social Outlook: Trends 2019. International Labour Organization. 2015. UNDP Works with a range of partners to improve the resource endowments of the poor and boost their prospects for employment and livelihoods.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция № 1
Энергетические системы

Симонов Е.С., Афонин А.В. Увеличение ресурса цапфы перьев направляющего аппарата гидроагрегата с использованием методов направленного взрыва…….....…….….....… 3
Давледжанов А.В., Байдакова Н.В. Исследование фактического состояния и реконструкция системы измерительных трансформаторов тока и напряжения на Саратовской ГЭС в филиале ПАО «РусГидро» – «Саратовская ГЭС»..... 4
Холодов Н.Г., Байдакова Н.В. Применение автоматизированных датчиков высоты открытия основных затворов на Саратовской ГЭС в филиале ПАО «Русгидро» – «Саратовская ГЭС»….……..... 6
Дзюба Н.А., Афонин А.В. Использование кессонной камеры при производстве ремонтных работ на порогах затворов…….…….. 8
Илюхина Е.В., Байдакова Н.В. Обоснование конструкции и параметров мини-ГЭС для электроснабжения отдаленных населенных пунктов…….....… 10
Кострюков С.А., Васильев А.Р., Гусева Ю.В. Исследования рабочих характеристик моделей ветрогенератора Савониуса в лабораторных условиях... 12
Мащенко С.С., Иваницкий М.С. Прогнозирование отказов функциональных элементов котельной установки….....……... 13
Кудрявцев А.Ю., Болдырев И.А. Сравнительное исследование эффективности различных типов теплоизоляционных материалов для энергетического оборудования…….....……..……...16
Васильев А.Р., Кострюков С.А., Иваницкий М.С. Карбоновые полигоны как инструмент мониторинга эмиссии парниковых газов в атмосферу...……17
Котолкян Л.Г., Аввакумов Т.А., Одоевцева М.В. Примеры обратимых химических реакций.....…….....…..…. 19
Кузнецов А.С., Михайлова О.В., Сорокин Н.А., Зенина Е.Г. Анализ внедрения микрогенерационного комплекса в малый бизнес……...…… 20
Мишакова А.А., Одоевцева М.В. Оптимизация режимов эксплуатации установок обратного осмоса в схемах обессоливания воды с сокращенным количеством стоков…….....…. 22
Усанов Д.Д., Трохимчук М.В. Разработка и исследование технологических схем комплексов солнечных коллекторов для повышения эффективности тепловых сетей г. Волжского…….....……. 24
Чумаков Н.Г., Одоевцева М.В. Экспертная система контроля ионообменных материалов водоподготовительных установок и оценки условий эксплуатации котлов малой и средней мощности…….....……... 27
Хропост Д.А. Анализ модели прогнозирования стратегического технического обслуживания для предотвращения преждевременного отказа оборудования…….....……..… 29

Кузнецова А.Б., Кузнецов Д.А., Кущ Л.Р. Цифровизация учета потребления энергоресурсов на подстанции 220 кВ Кировская..... 32
Железнов Н.А., Шибитов В.С. Анализ способов контроля измерительного тракта трасформаторов напряжения и тока для обеспечения надежности релейной защиты.....34
Антонов В.О., Сыщиков А.А. Анализ потерь мощности в трансформаторах... 35
Илюхина Е.В., Дубовикова Е.Ю. Технико-экономическое обоснование строительства мини-ГЭС для электроснабжения отдаленных населенных пунктов..... 37
Ковровцева Д.С., Курьянов В.Н. Проблемы оценки надежности оборудования систем релейной защиты.....39
Крючков А.А., Стрижиченко А.В. Управление спросом на электроэнергию...41
Симон Е.А., Шибитов В.С. Применение полупроводниковых реле для защиты МУРЗ от ЭМВ..... 42
Чернобаева Л.А., Зенина Е.Г. Анализ использования мини-ГЭС..... 44
Чернобаева Л.А., Зенина Е.Г. Использование пьезоэлементов в дорожном покрытии..... 46
Чернобаева Л.А., Курьянов В.Н. Разработка модели птицезащитного устройства с функцией обнаружения КЗ на ВЛЭП.....48
Сигель А.С., Зенина Е.Г. Проектирование и программная реализация алгоритма работы микропроцессорных защит ЛЭП 110 кВ..... 49
Юрина В.Ю., Попова М.В., Зенина Е.Г. Тенденция развития устройств ОМП в Волгоградской области..... 53
Желяскова О.Ю., Кузнецов А.С., Михайлова О.В., Зенина Е.Г. Принцип построения микрогенерационного комплекса..... 55

Секция № 2

Автоматизация и цифровизация в энергетике

Носачев Н.А., Кущ Л.Р. Система мониторинга переходных режимов…..….. 58
Закиров Р.В., Иваницкий М.С. Исследование и совершенствование систем диагностики энергетического оборудования на основе индекса технического состояния……..……...59
Ирянов А.В., Болдырев И.А. Методы повышения эффективности принятия технических решений с использованием риск-ориентированного подхода..…61
Агарков Д.С., Новикова Д.С. Исследование влияния формы зондирующего сигнала на статистическую погрешность измерения…..……..……..… 63
Куликов В.М., Шамигулов П.В. Автоматизированное рациональное управление составом гидроагрегатов…….....……...……. 67
Мещеряков Д.А., Курьянов В.Н. Моделирование алгоритма программного комплекса по оптимизации производственного процесса на энергетическом предприятии…….....…….. 68
Нищенков А.М., Курьянов В.Н. Анализ и применение системы ГРАМ в филиале ПАО «РусГидро» – «Волжская ГЭС» …....…….. 71

Хлюстов Н.С., Евсеев К.В., Болдырев И.А. Разработка и исследование алгоритма интеллектуального прореживания данных.....……..... 72
Шевченко М.Е., Болдырев И.А. Перспективные методы статистического контроля технологического процесса.…….....…. 74
Агарков Д.С., Шевченко М.Е., Болдырев И.А. Оптимизация работы питательных насосов……..... 76
Агамалиев Р.М., Шамигулов П.В. Разработка и исследование нейросетевой модели оценки эффективности ремонтной деятельности энергетического оборудования….....…..... 79
Котолкян Н.Г., Милитонян Ш.М. Методы интеллектуального анализа данных.....……... 81
Герасимов А.С., Зенина Е.Г. Анализ применения оптоволокна и витой пары для интернет-магистрали отдаленных населенных пунктов…….....……... 83
Сальникова А.А., Кущ Л.Р. Применение стандарта МЭК 61850 для реализации цифровой подстанции….....……...….. 85

Секция № 3

Образование в энергетике:
универсальные компетенции и инновации

Кузнецов А.С., Зенина Е.Г. Значимость лабораторных работ при обучении по направлению «Цифровые релейные защиты»..……..……..... 88
Горшкова С.П., Устинова Л.Г. Популяризация математических знаний среди учащихся ПРУ «МЭИ» в г. Волжском средствами дистанционного обучения образовательного центра «Сириус».....…...……... 90
Маврина А.Р., Калюжная И.А. Специфика перевода немецких сложных слов в технических текстах….....…….….. 92
Сафронова С.А., Калюжная И.А. К вопросу о переводе немецкой научно-технической терминологии..... 94
Соловьева Е.Ю., Яковлев Р.А., Опара А.А. Способы формирования терминов электроэнергетики…….....……..... 96
Новичкова А.И., Калюжная И.А. Специфика перевода технических текстов с английского языка на русский…….....…...….. 98
Толстяков Н.А., Ивахнов В.Ю. Проблема дегуманизации образования в информационном обществе..... 100
Новикова Д.С., Агарков Д.С., Опара А.А. Методологические характеристики научного исследования…….……. 103
Соловьева Е.Ю., Яковлев Р.А., Дубовикова Е.Ю. От «достойной работы и экономического роста» к «устойчивой работе и экономическому росту»: анализ целей устойчивого развития….……....…….…….…. 105