

Департамент по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь



ИЮЛЬ 2021

ЭНЕРГО

ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Смотрим, как получают
«Цяпло ў хату
за меншую аплату»

стр. 8–17



Возобновляемая энергетика
Беларуси – 2021

Стр. 2–5

Новая крупная
мини-ТЭЦ
в Добруше

Стр. 19

Системы
рециркуляции
воздуха на предприятии

Стр. 22

Диагностика трансформаторов
с помощью сверточных
нейронных сетей

Стр. 26

Внимание!



**за любой объем
и формат размещения
в журнале «Энергоэффективность»**

Звоните!

+ 375 17 350 56 91



Ежемесячный научно-практический журнал. Издаётся с ноября 1997 г.

№7 (285) июль 2021 г.

Учредители:

Департамент по энергоэффективности
Государственного комитета по стандартизации
Республики Беларусь
Инвестиционно-консультационное
республиканское унитарное предприятие
«Белинвестэнергосбережение»

Редакция:

Начальник отдела Ю.В. Шилова
Редактор Д.А. Станюта
Дизайн и верстка В.Н. Герасименко
Реклама и подписка А.В. Филипович

Редакционный совет:

Л.В. Шенец, к.т.н., главный редактор,
председатель редакционного совета

В.Г. Баштовой, д.ф.-м.н., профессор кафедры
ЮНЕСКО «Энергосбережение
и возобновляемые источники энергии» БНТУ

А.В. Вавилов, д.т.н., профессор, иностранный
член РААСН, зав. кафедрой «Строительные
и дорожные машины» БНТУ

И.И. Лиштван, д.т.н., профессор, академик,
главный научный сотрудник Института
природопользования НАН Беларуси

А.А. Михалевич, д.т.н., академик,
зам. Академика-секретаря Отделения физико-
технических наук, зав. лабораторией Института
энергетики НАН Беларуси

А.Ф. Молочко, зав. отделом общей энергетики
РУП «БЕЛТЭИ»

В.М. Овчинников, к.т.н., профессор,
руководитель НИЦ «Экологическая
безопасность и энергосбережение
на транспорте» БелГУТА

В.М. Полухович, к.т.н., директор Департамента
по ядерной энергетике Минэнерго

В.А. Седнин, д.т.н., профессор, зав. кафедрой
промышленной теплоэнергетики
и теплотехники БНТУ

Издатель:

РУП «Белинвестэнергосбережение»

Адрес редакции: 220037, г. Минск,
ул. Долгобродская, 12, пом. 2Н.
Тел./факс: (017) 350-56-91
E-mail: uvic2003@mail.ru
Цена свободная.

В соответствии с приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 10 июля 2012 г. № 84 журнал «Энергоэффективность» включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь.

Журнал зарегистрирован Министерством информации Республики Беларусь. Свид. № 515 от 16.06.2009 г. Публикуемые материалы отражают мнение их авторов. Редакция не несет ответственности за содержание рекламных материалов. Передача информации допускается только по согласованию с редакцией.

© «Энергоэффективность»

Отпечатано в ГОУПП «Гродненская типография»
Адрес: 230025 г. Гродно, ул. Полиграфистов, 4
Лич. № 02330/39 от 25.02.2009 г.

Формат 62х94 1/8. Печать офсетная. Бумага мелованная.
Подписано в печать 19.07.2021. Заказ 2698. Тираж 895 экз.

Журнал в интернет www.bies.by, www.energoeffekt.gov.by

СОДЕРЖАНИЕ

Электротранспорт

1 В Беларуси до конца года будут проработаны все направления развития электротранспорта
Д. Станюта

21 Новые ЭЭС появятся в этом году в Могилеве и области
Маргарита Митюшева

Выставки. Семинары. Конференции

2 Руководитель Департамента по энергоэффективности принял участие в семинаре Комитета по устойчивой энергетике Европейской экономической комиссии ООН

2 Повышение энергоэффективности и использование местных видов топлива как инструмент в борьбе с изменением климата

М.П. Малашенко

5 О состоянии и перспективах развития возобновляемых источников энергии в Беларуси
Д. Станюта

Стратегии

6 Утверждена программа комплексной модернизации производств энергетической сферы
А.Ф. Молочко, РУП «БЕЛТЭИ»

Энергосмесь

7, 32 Минэнерго об отказе Украины от импорта белорусской электроэнергии и другие новости

Энергоэффективный дом

8 18 серий о любви... к экономии тепла в жилом фонде
Д. Станюта

Вести из регионов

18 Греют воду гелиоколлекторы
П.Н. Дубовец

19 В Добруше введена в эксплуатацию мини-ТЭЦ на местных видах топлива
А.П. Дух

19 Использование вторичной тепловой энергии в ОАО «Гомельстройматериалы»
А.Е. Шестаков

20 Гродненский ЦСМС: горячее водоснабжение – за счет энергии солнца
А.В. Панасик

21 Используем местные виды топлива с максимальным КПД
Галина Мейсен

Энергосбережение на производстве

22 Внедрение систем рециркуляции воздуха на предприятии
Д.Л. Дубовец, ОАО «Управляющая компания холдинга «Минский моторный завод»

Возобновляемая энергетика

23 «Стоимость производства электроэнергии из возобновляемых источников в 2020 году»
repen.ru

Энергомарафон

24 Освещение помещения генератором открытия двери
Максим Соловей

Научные публикации

26 Диагностика трансформаторов с помощью сверточных нейронных сетей
В.Н. Галушко, А.Н. Пехота, И.Л. Громыко, БелГУТ

Электротранспорт

В Беларуси до конца года будут проработаны все направления развития электротранспорта

Число автомобилей в Беларуси увеличилось до 4 тысяч. Об этом 16 июля сообщил министр энергетики Виктор Каранкевич на открытии Дня электротранспорта в Китайско-белорусском индустриальном парке «Великий камень».

В рамках Дня электротранспорта состоялся круглый стол «Перспективы развития электротранспорта и зарядной инфраструктуры в Беларуси». Выступая на нем, первый заместитель министра промышленности

Сергей Гунько пообещал, что «в Беларуси на конец года будут созданы все направления развития электротранспорта». «К концу года мы ожидаем закрыть все ниши эксплуатации электрических машин», – сказал первый замминистра. К 2025 году долю электротранспорта среди общественного транспорта в нашей стране планируется увеличить до 30%. Для Минска это означает дополнительные 700 единиц общественного электротранспорта к 2022–2023 годам.

По словам Сергея Гунько, готовится проект еще одного указа по льготам, имеющим целью стимулировать развитие электротранспорта. Они будут предоставлены юридическим лицам, которые приобретают электромобили, в форме налогового вычета, пропорционального числу приобретаемых электромобилей. По мнению одного из последующих выступавших, это будет способствовать приходу на электромобильный рынок Беларуси крупных дилеров.

Д. Станюта

Руководитель Департамента по энергоэффективности принял участие в семинаре Комитета по устойчивой энергетике Европейской экономической комиссии ООН

30 июня 2021 года состоялось онлайн-участие заместителя Председателя Госстандарта – директора Департамента по энергоэффективности М.П. Малащенко в семинаре «Укрепление национального потенциала по применению политики и практических подходов в области

устойчивой энергетике на основе рекомендаций Обзоров результативности экологической деятельности», организованном Комитетом по устойчивой энергетике Европейской экономической комиссии ООН.

В ходе работы семинара в секции «Обмен лучшими практика-

ми, успешным опытом и проблемами разработки и реализации политики в области устойчивой энергетике в субрегионе Европейской экономической комиссии ООН (с акцентом на минимизацию воздействия энергетики на окружающую среду и сокращение выбросов от энергетики)»

Михаил Малащенко выступил с презентацией на тему «Повышение энергоэффективности и использование местных видов топлива как инструмент в борьбе с изменением климата».

Предлагаем ознакомиться с тезисами упомянутого выступления.

М.П. Малащенко,
заместитель Председателя Госстандарта –
директор Департамента по энергоэффективности



ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕСТНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА КАК ИНСТРУМЕНТ В БОРЬБЕ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА

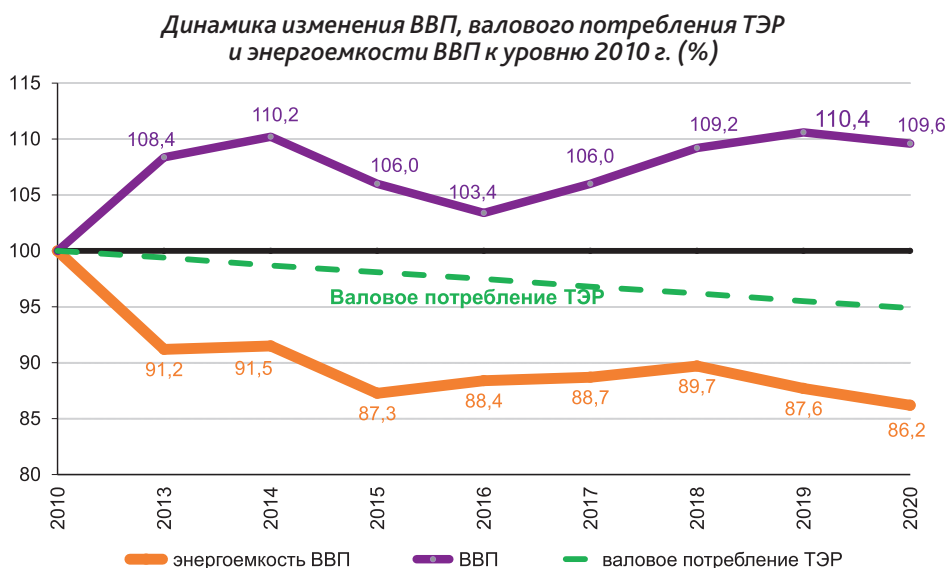
Департаментом по энергоэффективности Госстандарта в рамках своей компетенции и законодательства выстроена планомерная и последовательная работа для достижения Цели устойчивого развития №7 «Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех».

Нормативно-правовую базу этой работы составляют:

Закон Республики Беларусь «Об энергосбережении» от 8 января 2015 г. №239-З,

Закон Республики Беларусь «О возобновляемых источниках энергии» от 27 декабря 2010 г. №204-З,

Директива Президента Республики Беларусь «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства» от 14 июня 2007 года №3 (в редакции Указа Президента Республики Беларусь от 26 января 2016 г. № 26),



Концепция энергетической безопасности Республики Беларусь от 23 декабря 2015 г., Государственная программа «Энергосбережение» на 2021–2025 годы,

Указ Президента Республики Беларусь от 24 сентября 2019 г. № 357 «О возобновляемых источниках энергии».

В условиях роста ВВП, в первую очередь осуществляется работа по сдерживанию и уменьшению потребления ТЭР, а также снижению энергоёмкости ВВП.

По данным Белстата показатель по снижению энергоёмкости ВВП за период 2016–2020 годов составил 1,2%. В 2020 году энер-

Цели энергетической политики Республики Беларусь

Индикатор	2016-2020 (цель)	2020 (достигнуто)	2025	2035
Снижение энергоемкости ВВП, %	-0,7	-1,2	-7	Сближение со среднемировым значением
Доля собственных энергоресурсов в валовом потреблении ТЭР, % (энергетическая самостоятельность)	16	16,7	17	20
Доля ВИЭ в валовом потреблении ТЭР, %	6	7,4	8	9
Экономия ТЭР за счет энергосберегающих мероприятий, млн т у.т.	5	5,24 (7,3 млн т CO ₂) За период 2006–2015 гг. – 21,8 млн т CO ₂	3	

гоемкость ВВП снизилась на 1,7% к уровню соответствующего периода 2019 года при задании минус 0,5%.

В соответствии с индикаторами Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь от 23 декабря 2015 года необходимо обеспечить достижение доли производства первичной энергии из ВИЭ к валовому потреблению топливно-энергетических ресурсов в размере 7% к 2025 году, 8% к 2030 году, 9% к 2035 году.

Эти цели Республика Беларусь выполняет. Так за период интенсивного развития возобновляемой энергетики доля ВИЭ в валовом потреблении ТЭР в 2019 году составила 7,1% и увеличилась по сравнению с 2010 годом на 1,7%.

На следующий пятилетний период утверждена Государственная программа «Энергосбережение» на 2021–2025 годы, которая предусматривает достижение доли ВИЭ в валовом потреблении ТЭР на уровне 8% и снижение энергоемкости ВВП на 7% к уровню 2020 года.

При этом основной прирост ВИЭ в пред-

стоящий пятилетний период в объеме около 450 тыс. т у.т. будет обеспечен за счет увеличения использования биомассы, в основном топливной щепы организациями жилищно-коммунального хозяйства.

Вклад в предотвращение изменения климата от реализации Государственной программы «Энергосбережение» в 2016–2020 годах составил 7,3 млн тонн CO₂, а в 2006–2015 годы – 21,8 млн тонн CO₂, или 30 млн тонн CO₂ за последние 15 лет.

В структуре потребления местных ТЭР по 2019 году на биомассу и другие ВИЭ приходится 43%.

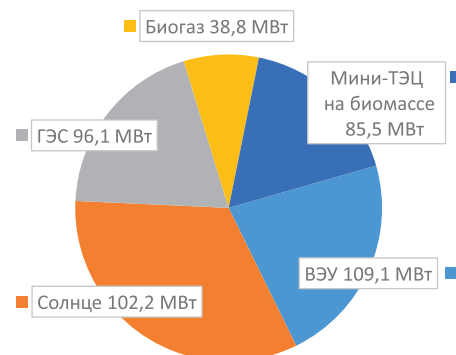
В балансе возобновляемых источников энергии на биомассу приходится 86% – сюда входят древесные отходы (44%), топливная щепа (18,2%), дрова (16,1%), пеллеты (8,4%). На щелока приходится 10,1% и на ВИЭ, использующие энергию ветра, воды, солнца, 3,2%.

На 1 января 2021 года в Республике Беларусь действовали установки ВИЭ электрической мощностью 491 МВт, из них на энергию солнца приходилось 33%, энергию ветра 22%, на ГЭС 19%, на биогаз 8%.

Баланс возобновляемых источников энергии в Республике Беларусь в 2019 году, %



Действующие установки по выработке электроэнергии из возобновляемых источников на 01.01.2021 (491 МВт)



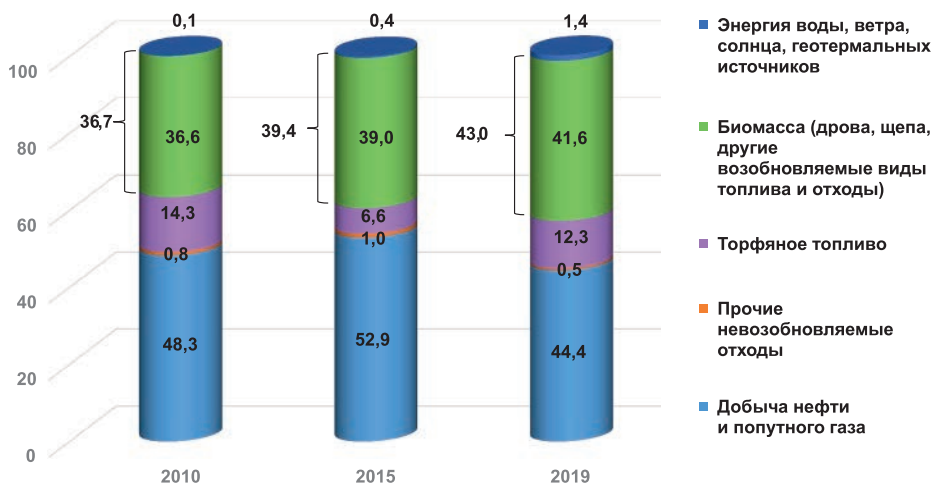
Еще в 2016 году из ВИЭ мы вырабатывали в четыре раза меньше электроэнергии – 0,3 млрд кВт·ч, а в 2020 году, благодаря оказываемой государством поддержке строительства установок ВИЭ, – уже 1,2 млрд кВт·ч, из них ГЭС вырабатывали 400 млн кВт·ч; биогазовые установки 205 млн кВт·ч; ВЭУ 194 млн кВт·ч; СЭС 175 млн кВт·ч.

В соответствии с госпрограммой на 2021 год установлено задание по экономии ТЭР в целом по республике в объеме 550 тыс. т у.т.

Основные направления энергосбережения следующие:

- внедрение в производство современных энергоэффективных и повышение энергоэффективности действующих технологий, процессов, оборудования и материалов в производстве;
- оптимизация схем теплоснабжения;
- внедрение автоматических систем управления освещением и энергоэффективных осветительных устройств, секционного разделения освещения;

Структура потребления местных топливно-энергетических ресурсов, %



Основные направления энергосбережения на 2021 год, т.у.т.



- повышение эффективности работы котельных и технологических печей;
- термореновация ограждающих конструкций зданий, сооружений, жилищного фонда и замена оконных блоков (входных групп) с установкой стеклопакетов;
- передача тепловых нагрузок от ведомственных котельных на теплоэлектроцентрали.

Одним из приоритетных направлений сокращения потребления импортируемых в республику энергоресурсов является строительство энергоисточников, использующих в качестве топлива древесное и торфяное топливо. На начало 2021 года в системе жилищно-коммунального хозяйства доля местных ТЭР в котельно-печном топливе достигла 45,1%. В текущем году этот показатель планируется довести до 52%.

Сегодня общее количество котельных в ЖКХ составляет 3800, из них 2800 котельных работают на местных ТЭР.

Реализация проектов по внедрению абсорбционных бромисто-литиевых тепло-

вых насосов (АБТН) позволит утилизировать низкопотенциальные тепловые ВЭР от систем оборотного водоснабжения промышленных предприятий, сопряженных с ТЭЦ.

Потенциал суммарного объема замещения природного газа при внедрении АБТН оценивается в 1 млрд м³.

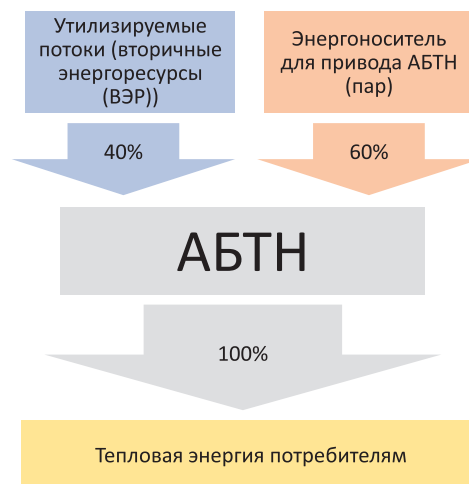
Эксплуатация тепловых насосов на различных объектах в республике подтверждает эффективность их применения для теплоснабжения, так как, потребляя 1 кВт·ч электроэнергии, можно производить более 3 кВт·ч тепловой энергии, что в 3 и более раз эффективнее производства тепла на электрокотельной.

Хорошим примером будет реализация проекта по установке в ОАО «Светлогорский ЦКК» АБТН мощностью 12 МВт.

Основные показатели эффективности объекта:

- годовая экономия природного газа – 7,3 млн м³;
- тепловая мощность энергоисточника – 11 Гкал/ч;

Внедрение тепловых насосов на предприятиях и ТЭЦ



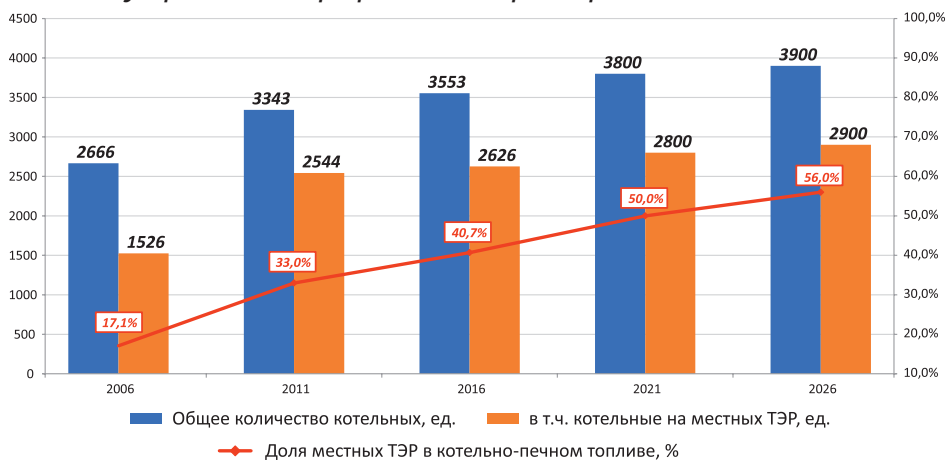
- потребность в финансировании – 3,73 млн USD;
- срок окупаемости простой (РВ) – 3,83 года.

Сотрудничество в сфере энергоэффективности и ВИЭ для осуществления «зеленого перехода» в Беларуси включает в себя:

- создание законодательства для развития условий энергосервисной деятельности (ЭСКО) и рынка ЭСКО, в том числе реализацию мероприятий в зданиях, теплоснабжении, когенерации, системах освещения, возобновляемой энергетике и др.;
- термореновацию общественных зданий, зданий в жилищном секторе, строительство энергоэффективных зданий;
- создание накопителей энергии (электрической и тепловой) и интеграцию возобновляемых источников энергии в энергосистему с использованием цифровизации;
- электромобильность и создание инфраструктуры для электротранспорта;
- повторное использование отходов и повышение энергоэффективности, иные направления. ■

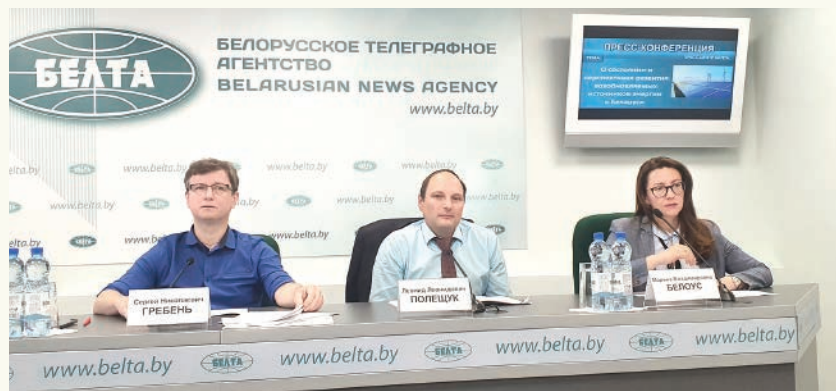
Подготовил Д. Станюта

Строительство энергоисточников на местных ТЭР в организациях ЖКХ по Государственным программам «Энергосбережение», 2006–2026 годы



О состоянии и перспективах развития возобновляемых источников энергии в Беларуси

Пресс-конференцию на данную тему провели 8 июля нынешнего года заместитель директора Департамента по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Леонид Полещук, начальник управления энергоэффективности, экологии и науки министерства энергетики Сергей Гребень и руководитель проекта международной технической помощи «Устранение барьеров для развития ветроэнергетики в Республике Беларусь» Марина Белоус.



«Сейчас мы имеем порядка 500 МВт мощностей возобновляемых источников энергии, – рассказал на пресс-конференции заместитель директора Департамента по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Леонид Полещук. – У нас 82 фотоэлектрические станции, 53 гидроэлектростанции, 30 биогазовых комплексов, свыше 100 ветроэнергетических установок и 10 мини-ТЭЦ на древесном топливе. Все это позволяет не только снизить потребление традиционных энергоносителей, но и уменьшить выбросы CO₂. К 2025–2027 году мы подойдем к рубежу, когда показатели по мощности будут порядка 630 МВт. Такой уровень позволит держать долю ВИЭ на уровне 8%».

В дальнейшем развитие возобновляемых источников энергии видится в том же контексте, но слегка изменятся подходы. «Сейчас мы движемся в рамках выделения квот, однако планируем переходить на аукционы. Это позволит продолжить развитие ВИЭ и в Республике Беларусь в целом, и на местном уровне – для собственного потребления предприятиями и гражданами», – отметил заместитель директора департамента.

Мощности установок возобновляемых источников энергии с 2010 года увеличились в 19 раз. Об этом сообщил на пресс-конференции начальник управления энергоэффективности, экологии и науки министерства энергетики Сергей Гребень.

«В прошлом году за счет всех источников возобновляемой энергии было выработано 1,243 млрд кВт·ч электроэнергии. Если сравнивать с 2010 годом, по мощности установки ВИЭ приросли в 19 раз, по объемам выработки – в 8,9 раза. Установки с использованием ВИЭ числятся за 278 юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями», – сказал Сергей Гребень.

По его словам, в Беларуси созданы все условия для развития возобновляемых источников энергии. «Началось это еще в 2010 году с принятия закона о ВИЭ и усиленными тем-

пами продолжается до настоящего времени. Каких-либо ограничений в развитии нет. Любое государство, развивая ВИЭ, решает определенные задачи. Кто-то решает задачу энергообеспечения в труднодоступных районах, кто-то решает вопрос дороговизны топлива (в солнечных странах выработка солнечных электростанций будет дешевле). Кто-то решает вопрос выполнения Парижского соглашения».

«У нас все осуществляется исключительно в рамках концепции энергетической безопасности», – подчеркнул Сергей Гребень.

Представители Минэнерго и Департамента по энергоэффективности назвали несколько наиболее значимых мощностей ВИЭ, ввод которых состоялся в текущем году либо планируется в ближайшие годы. В этом году в районе агрогородка Луки в Гродненской области начала работу ветроэнергетическая станция мощностью 2,5 МВт. В Чериковском районе строят СЭС на 109 МВт, завершить строительство планируется в 2022 году. Также в следующем году есть планы сдать ветропарк мощностью около 25 МВт в Лиозненском районе, вблизи д. Велешковичи.

Руководитель проекта международной технической помощи «Устранение барьеров для развития ветроэнергетики в Республике Беларусь» Марина Белоус рассказала о результатах реализации проекта, завершено в этом году Минприроды совместно с Программой развития ООН и Глобальным экологическим фондом.

Реализация проекта началась в 2015 году. С того времени полностью переоценен и обновлен атлас ветрового потенциала Беларуси. «Мы смогли убедиться, проводя конкретные измерения ветрового потенциала на высоте 100 м, что ветра в стране хорошие, достаточные для развития ветроэнергетики. Также в атласе мы отразили карту инсоляции. На определенных территориях солнца у нас хватает, чтобы строить солнечные электростанции», – сказала Марина Белоус.

Также много внимания было уделено повышению квалификации кадров, которые работают в сфере возобновляемой энергетики. Подготовлено подробное учебное пособие с описанием конкретных случаев, некоторых ошибок в проведении государственной экологической экспертизы и оценки воздействия на окружающую среду при реализации проектов возобновляемой энергетики.

«В целом сделано очень много для того, чтобы наша возобновляемая энергетика шла по пути развития таких передовых стран, как Германия, Дания и другие. Развитие – это ведь не только установленные мощности, но и качество подготовки проектов, их реализация, а также все то, что способствует достижению седьмой цели устойчивого развития – обеспечению населения чистой и доступной по цене электрической энергией», – подчеркнула эксперт.

Марина Белоус отметила: в проект была заложена и такая глобальная цель, как снижение воздействия на климат, уменьшение уровня выбросов парниковых газов. «Сейчас этот вопрос приобретает особую актуальность в связи с грядущей конференцией сторон конвенции по климату, которая пройдет в ноябре. А также в связи с тем, что в Евросоюзе планируется внедрять механизмы стратегии «Зеленая сделка». В частности, 14 июля в ЕС будет обсуждаться проект документа, который вводит механизм углеродной корректировки импорта. Это своего рода пограничный углеродный налог на те товары, которые будут ввозиться в страны ЕС. Конечно, для Беларуси этот вопрос тоже актуален с точки зрения его тщательного изучения и возможных путей для лучшей подготовки к внедрению этого налога. В этой связи возобновляемая энергетика видится как один из возможных способов быть готовыми к введению этого регулирования в европейских странах, которые представляют интерес для Беларуси в сфере торговли», – рассказала эксперт.

Д. Станюта

А.Ф. Молочко,
зав. отделом общей энергетики
РУП «БЕЛТЭИ»



УТВЕРЖДЕНА ПРОГРАММА КОМПЛЕКСНОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СФЕРЫ

В целях обеспечения системного планирования среднесрочного развития электроэнергетики и реализации Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь, программы деятельности Правительства Республики Беларусь на период до 2025 года разработана и постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 05.04.2021 № 19 утверждена Программа комплексной модернизации производств энергетической сферы на 2021–2025 годы.

Целью Программы является реализация в 2021–2025 годах мероприятий по комплексной модернизации электрических станций и котельных, электрических и тепловых сетей организаций, входящих в состав ГПО «Белэнерго».

Достижение поставленной цели базируется на реализации следующих основных задач:

- сбалансированное развитие и модернизация генерирующих источников и вывод из эксплуатации физически и морально устаревшего энергетического оборудования;
- строительство и реконструкция тепловых сетей;
- оптимизация затрат на производство, передачу, распределение и продажу электрической и тепловой энергии;
- диверсификация первичных энергоносителей в топливном балансе энергосистемы на базе использования местных видов топливно-энергетических ресурсов;
- улучшение технико-экономических показателей электросетевого хозяйства путем строительства и реконструкции электрических сетей и подстанций;
- оптимизация уровней тарифов на электрическую и тепловую энергию;
- совершенствование нормативной правовой базы;
- обеспечение экологически благоприятных условий для жизнедеятельности граждан и устойчивого использования природных ресурсов на основе внедрения принципов «зеленой» экономики и максимального возможного сохранения природных комплексов.

При этом предусматривается достижение прогнозных показателей Программы:

№ п/п	Наименование показателя	Ожидаемый результат
1. Генерирующие источники		
1.1.	Отношение суммарной установленной мощности к максимальной фактической нагрузке в энергосистеме в 2025 году	194,8% ¹
1.2.	Доля доминирующего ресурса (природного газа) в производстве тепловой и электрической энергии организациями ГПО «Белэнерго» в 2025 году	не более 65%
1.3.	Удельный вес накопленной амортизации в первоначальной стоимости основных средств организаций ГПО «Белэнерго» по производству электроэнергии в 2025 году	не более 45%
1.4.	Ввод ПРЭИ	800 МВт
1.5.	Ввод в эксплуатацию АЭС	2 400 МВт
1.6.	Модернизация оборудования на ТЭЦ: ввод в эксплуатацию вывод из эксплуатации	197,2 МВт 257 МВт
1.7.	Вывод из эксплуатации конденсационных генерирующих источников, в том числе: блоки №3, 4 Березовской ГРЭС блоки №5, 8 Лукомльской ГРЭС	1 030 МВт ² 430 МВт 600 МВт
1.8.	Вывод из эксплуатации (сокращение) неиспользуемого теплогенерирующего оборудования, в том числе: – водогрейных котлов – паровых котлов	500 Гкал/ч 2 834 т/ч
1.9.	Доля использования местных видов ТЭР в котельно-печном топливе на объектах организаций ГПО «Белэнерго» в 2025 году	не менее 2,4% ³
1.10.	Доля использования возобновляемых источников энергии в котельно-печном топливе по организациям ГПО «Белэнерго» в 2025 году	не менее 1,5%
2. Электрические сети		
2.1.	Удельный вес накопленной амортизации в первоначальной стоимости основных средств организаций ГПО «Белэнерго» по строительству и реконструкции электрических сетей и подстанций в 2025 году	не более 45%

¹ Установленная мощность на 01.01.2026 – 12562,8 МВт (приложение 1), пиковая мощность – 6450 МВт (таблица 2).

² Решение о выводе блоков на Березовской и Лукомльской ГРЭС принимается с учетом фактически складывающихся режимов работы Объединенной энергосистемы Беларуси, работы энергосистем, находящихся в параллельной работе с Объединенной энергосистемой Беларуси, темпов развития экономики.

³ В соответствии с Государственной программой «Энергосбережение» на 2021–2025 годы.

№ п/п	Наименование показателя	Ожидаемый результат
2.2.	Реконструкция (строительство) ВЛ 330 кВ в 2021–2025 годах	515 км
2.3.	Вывод из эксплуатации электросетевых объектов 220 кВ: ПС 220 кВ Барановичи-220; ВЛ 220 кВ Барановичи – Барановичи-220 №1, 2; ВЛ 220 кВ Барановичи-220 – Слуцк; ВЛ 220 кВ Барановичи – Столбцы. Перевод на напряжение 110 кВ ВЛ 220 кВ Столбцы – Дубовый Лес	5 объектов
2.4.	Реконструкция (строительство) ВЛ 110 кВ в 2021–2025 годах	600 км
2.5.	Реконструкция (строительство) ВЛ 10/0,4 кВ в 2021–2025 годах	12 343,5 км
2.6.	Отношение среднесуточного количества нарушений электроснабжения населенных пунктов за год к общему количеству населенных пунктов в 2025 году	не более 0,4%
2.7.	Обеспечение технологического расхода на передачу электроэнергии в электрических сетях в 2025 году	не более 8,01%
3. Тепловые сети		
3.1.	Удельный вес накопленной амортизации в первоначальной стоимости основных средств организаций ГПО «Белэнерго» по строительству и реконструкции тепловых сетей в 2025 году	не более 45%
3.2.	Обеспечение технологического расхода тепловой энергии на ее передачу в тепловых сетях в 2025 году	не более 8,5%
3.3.	Реконструкция (строительство) тепловых сетей в 2021–2025 годах	1 359,9 км
4. Повышение энергетической эффективности		
4.1.	Обеспечение экономии ТЭР в 2021–2025 годах	310 тыс. т у.т.
4.2.	Средневзвешенная годовая экономия светлых нефтепродуктов	4,2%
4.3.	Снижение удельного расхода условного топлива на производство электрической энергии (без учета АЭС) в 2025 году	до 224,1 г у.т./кВт·ч
5. Инвестиции		
5.1.	Отношение объема инвестиций в основной капитал, вложенных в развитие производственных фондов организаций ГПО «Белэнерго», к первоначальной стоимости основных средств организаций ГПО «Белэнерго» в 2025 году	6,5%

№ п/п	Наименование показателя	Ожидаемый результат
6. Экология		
6.1.	Снижение выбросов парниковых газов в атмосферный воздух от стационарных энергоисточников организаций ГПО «Белэнерго»	6,92 млн т экв. CO ₂ в год, следующий за годом ввода 2-го блока АЭС

Ввод в эксплуатацию Белорусской атомной электростанции меняет режимы работы других генерирующих источников, что требует обоснованных решений по оптимизации состава их оборудования в целях снижения условно-постоянных затрат.

Значительное увеличение за прошедший период суммарной установленной мощности блок-станций и растущие объемы производства ими электрической энергии указывают на необходимость создания механизма оптимизации участия таких энергоисточников в суточном графике нагрузки и их строительства и модернизации.

Стоящие перед республикой задачи по цифровизации экономики, параллельная работа ОЭС Беларуси с энергосистемами государств-соседей, а также создание общих энергетических рынков в рамках различных интеграционных формирований требуют внедрения современных информационно-коммуникационных и производственных технологий в отрасли, динамичной цифровой трансформации всех процессов производства электрической и тепловой энергии.

В Республике Беларусь в условиях отсутствия правовых основ функционирования рыночных отношений в электроэнергетике до планируемого ввода в действие общего рынка газа в 2025 году необходимо сформировать и гармонизировать в рамках Евразийского экономического союза основные акты законодательства. Реализация Программы предусматривает участие белорусской стороны в формировании системы актов, регулирующих общий электроэнергетический рынок Евразийского экономического союза, гармонизацию законодательства Республики Беларусь с актами, регулирующими общий электроэнергетический рынок, подготовку технологической основы указанного рынка, создание (определение) субъектов внутреннего оптового электроэнергетического рынка (наделение соответствующими функциями действующих субъектов электроэнергетики Республики Беларусь).

Предусмотрен ряд мероприятий по повышению качества для организаций электроэнергетической сферы путем решения следующих задач:

- повышение безопасности и качества продукции, работ, услуг методами технического нормирования и стандартизации;
- развитие испытательных и измерительных лабораторий;
- внедрение методов эффективного менеджмента, современных систем управления качеством.

Энергосмесь

Минэнерго об отказе Украины от импорта белорусской электроэнергии

Отказ Украины от импорта белорусской электроэнергии не повлияет на работу энергосистемы Беларуси, сообщили в пресс-службе Министерства энергетики.

«Объемы поставок электроэнергии из Беларуси

в Украину в прошлом и в этом году были небольшими. Однако в осенне-зимний период белорусская электроэнергия, которая поставлялась по запросу украинской стороны, использовалась для обеспечения устойчивой работы энер-

госистемы Украины в сложные периоды неблагоприятных погодных условий», – сказали в пресс-службе.

В Минэнерго подчеркнули, что решение об ограничении импорта белорусской электроэнергии создает опре-

деленные риски прежде всего для украинских потребителей электроэнергии. «Но, как видно, в этом случае политика сильнее экономических доводов», – отметили в ведомстве.

БЕЛТА

18 СЕРИЙ О ЛЮБВИ... К ЭКОНОМИИ ТЕПЛА В ЖИЛОМ ФОНДЕ



Вышел образовательный сериал «Цяпло ў хату за меншую аплату»

Уже на протяжении нескольких лет в рубрике «Энергоэффективный дом» мы пишем о Пилотной программе тепловой модернизации многоквартирных зданий в Гродненской и Могилевской областях, которая является частью Проекта по расширению устойчивого энергопользования и реализуется Департаментом по энергоэффективности в сотрудничестве с Министерством жилищно-коммунального хозяйства при финансовой и экспертной поддержке Международного банка реконструкции и развития и Глобального экологического фонда. Программа опирается на Указ от 4 сентября 2019 г. № 327 «О повышении энергоэффективности многоквартирных жилых домов», который дал возможность собственникам квартир участвовать в этом процессе собственными финансовыми средствами.

вещаются финансовые, технические, юридические и другие вопросы, связанные с проведением энергоэффективных мероприятий в многоквартирных жилых домах. Работа энергоэффективного оборудования проиллюстрирована видеографией.

«Цяпло ў хату за меншую аплату» рассказывает о том, что такое современные стандарты энергоэффективности, какие проблемы в связи с этим испытывают дома, построенные до 1996 года, есть ли шанс у старого жилфонда приблизиться к современным стандартам и какие преимущества жильцам предоставляет Пилотная программа, которая является частью Проекта по расширению устойчивого энергопользования, реализуемого с 2020 по 2025 год.

Образовательный сериал «Цяпло ў хату за меншую аплату» отвечает на вопросы, которые возникают у жильцов: «Зачем делать энергоэффективную модернизацию, если уже запланирован капремонт?», «Если модернизация дает то, что стандартный капремонт дать не может – где домохозяйству взять на это деньги?», «Как действуют расписка и субсидия, о какой точно сумме идет речь и есть ли еще какие-либо льготы для малообеспеченных семей?», «Есть ли гарантия, что энергоэффективная модернизация действительно позволит экономить тепловую энергию и при этом улучшит наш комфорт?».

В рамках Проекта по расширению устойчивого энергопользования ведется информационно-разъяснительная работа с собственниками жилья. На сайте Департамента по энергоэффективности energoeffekt.gov.by в разделе «Пилотная программа» можно посмотреть брошюру с ключевой информацией о Пилотной программе, «шпаргалку» Пилотной программы, листовку о льготах, алгоритмы участия собственников и другие материалы, с которыми работники ЖКХ и консультанты программы строят коммуникационное взаимодействие и информационно-разъяснительную работу с собственниками жи-

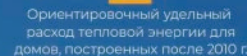
лья, а также приходят на собрания жильцов. Ведь решение об участии в программе тепломодернизации принимают именно собственники квартир.

Еще одним шагом к пониманию тепломодернизации широким кругом людей стал образовательный видеосериал, который можно смотреть в YouTube и который сейчас предоставляется телеканалам и владельцам информационных экранов. 18 серий объединены общим названием «Цяпло ў хату за меншую аплату».

Каждая серия продолжительностью около 5 минут построена по схеме: «вопрос жильца – ответ специалиста». В сериале ос-



2



– Термосопротивление ограждающих конструкций при проведении капитального ремонта доводится до нормативов, которые соответствуют дому этого года постройки, этой серии, – рассказывает заместитель Председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности Михаил Малащенко. – Капремонт восстанавливает дом до состояния на момент постройки, но дом все равно будет терять тепло. После капитального ремонта из старой пятиэтажной панельки вы переезжаете в отремонтированную, но все ту же старую панельку, а не в дом XXI века постройки. ►



Вопрос – что поможет дому сократить потери тепла? Ответ – энергоэффективные мероприятия, которые повышают энергоэффективность здания и приближают его к современным стандартам теплоснабжения.

Справедливости ради стоит сказать, что до 2015 года был период, когда в капремонт входили и некоторые мероприятия по энергоэффективности, например, замена окон, утепление стен. Но после 2015 года из-за недостатка бюджетного финансирования эти мероприятия пришлось исключить.

Специалисты Департамента по энергоэффективности, Министерства жилищно-коммунального хозяйства и Всемирного банка, изучив опыт соседей, предложили для Беларуси свой вариант финансового механизма. На энергоэффективную модернизацию здания выдается безвозмездная субсидия на оплату 50% стоимости выполненных энергоэффективных мероприятий. Остальное подлежит выплате в рассрочку в течение 10 лет.

Серия 3: ТАРИФЫ НА ТЕПЛОВУЮ ЭНЕРГИЮ

Как вы думаете, сколько процентов от реальной стоимости тепловой энергии вы оплачиваете по своей жировке? Давайте выясним.

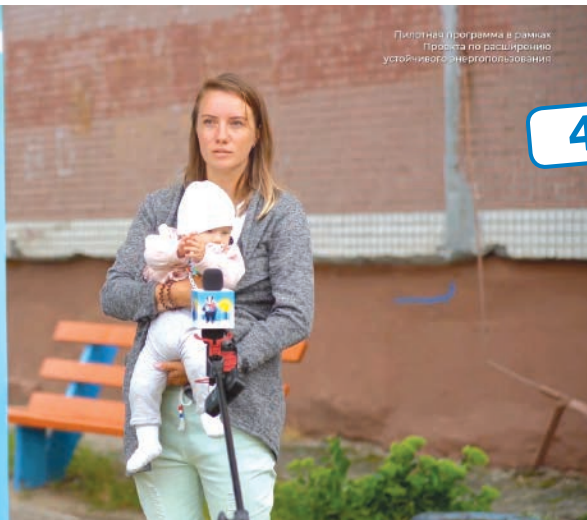
В настоящее время население, в том числе и я, не задумывается о том, какую цифру нам пишут в жировках. Почему? – задается вопросом Михаил Малащенко. – А потому что эта цифра для нас очень мала. И мы ее не замечаем.

– Отопление дорогое, и тарифов у нас в стране для населения два, – объясняет Игорь Шестерень, эксперт по применению энергоэффективного оборудования регулирования и учета тепла. – Если в квартире никто не зарегистрирован, то тариф очень высокий. Если в квартире хоть один человек зарегистрирован, то дотация государства

Модернизация жилья теперь доступна для многих семей благодаря 50-процентной субсидии и 10-летней рассрочке при оплате энергоэффективных мероприятий.

снижает его в 4 с половиной раза. Для потребителя тариф в 4 раза меньше реальной стоимости тепловой энергии. Остальное платит государство. Но государство тоже откуда-то берет средства. Это средства от прибыли предприятий, от налогообложения. Чудес нет.

В предыдущих сериях мы выяснили, что проведение энергоэффективных мероприятий позволяет снизить потребление тепловой энергии для каждой квартиры и, соответственно, для всего дома. Но если оплата за тепловую энергию для хозяина квартиры сегодня сравнительно невысокая, то и экономия, которую он получит после проведения энергоэффективных мероприятий, тоже будет сравнительно небольшая.



На современном этапе население оплачивает уже 100% тарифа на вывоз и утилизацию твердых бытовых отходов, канализацию, холодное водоснабжение, тариф на электрическую энергию. Тариф на тепловую энергию для населения ежегодно будет ползти вверх.

Сейчас мы не замечаем этой цифры, но с каждым годом она будет повышать итоговую цифру в жировке.

Серия 4: МОДЕРНИЗАЦИЯ ШАГ ЗА ШАГОМ. ЧАСТЬ 1

Жить в старой квартире или строить новую? Новостройка привлекает, но, с другой стороны, где в новостройках вы найдете такой уютный двор с детским садом, магазином и зеленым сквером рядом? А можно ли совместить комфортный район и дом, который по характеристикам не уступает новому? И насколько это по силам обычной семье со средним доходом? Давайте обсудим.

– Задача – донести до людей новые инструменты, которыми они могут воспользоваться, чтобы улучшить комфортное проживание. Нормативно-правовые акты все систематизировали. Для людей самое главное – это прозрачность процедуры, – считает Геннадий Трубило, первый заместитель министра жилищно-коммунального хозяйства.

Модернизация жилья теперь доступна для многих семей благодаря 50-процентной субсидии и 10-летней рассрочке при оплате энергоэффективных мероприятий. На этих условиях они могут быть реализованы по всей стране. При этом жители Гродненской и Могилевской областей могут стать участниками Пилотной программы, которая является частью большого проекта по расширению устойчивого энергопользования в Беларуси.

По всей стране все больше становится домов, жители которых приняли решение участвовать в их тепловой модернизации.

Серия 5: МОДЕРНИЗАЦИЯ ШАГ ЗА ШАГОМ. ЧАСТЬ 2

Если вы живете в любом городе Гродненской или Могилевской области, ваш дом построен до 1996 года и имеет общую площадь не менее 1500 квадратных метров, подключен к системе центрального теплоснабжения и не утеплен – вы можете участвовать в Пилотной программе.

В пятой серии сериала рассказывается о том, какие пакеты энергоэффективных мероприятий предлагает Пилотная программа и в чем их преимущества.

Пакет А (обеспечивает на 15% меньше потерь тепла) – это установка термостатических регуляторов, чтобы регулировать температуру в комнатах; установка распределителей тепловой энергии, чтобы платить только за «свое» тепло; установка/модернизация автоматизированного индивидуального теплового пункта, чтобы дом регулировал теплотребление в зависимости от погоды, установка в подъездах дверей с автоматическим доводчиком и замена окон в местах общего пользования для сохранения тепла.

Пакет Б добавляет к этому набору утепление наружных стен, крыши и подвала, и весь комплекс мероприятий приводит к снижению потерь тепла на 40%.

Чтобы принять решение о реализации комплекса энергоэффективных мероприятий, не менее двух третей собственников помещений в доме должны прийти на собрание и проголосовать «за».

Серия 6: УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Ваш дом отапливается от ТЭЦ или котельной. Но мало дом обогреть, нужно тепло сохранить. В первой серии мы разобрались, где в доме могут быть самые большие потери тепла. В шестой серии мы расскажем, как лучше сохранить тепло вашего дома.



Специалисты рекомендуют начать с усовершенствования системы теплоснабжения.

О каких энергоэффективных мероприятиях вы знаете? Утепление чердака, замена окон и входных дверей, установка терморегуляторов на батареи, чтобы регулировать подачу тепла в каждую квартиру, утепление фасада... Да, все эти мероприятия направлены именно на рациональное использование и сохранение тепла. Но чтобы они сработали максимально эффективно, специалисты рекомендуют начать с усовершенствования системы теплоснабжения.

Тепловой пункт – это устройство, которое подключает дом к городским тепловым

сетям и транспортирует тепловую энергию от теплосети к внутридомовым системам.

– В старом здании регулировка осуществляется только на центральной котельной, где подготавливается горячая вода, которая потом подается в теплотрассу, – рассказывает Владимир Новосельцев, заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции БрГТУ. – Если на улице становится теплее, то на котельной изменяют параметры горячей воды, которая идет по теплотрассе.

Эта регулировка неплохая, но не гибкая. Как сделать так, чтобы здание более гибко подстраивалось к температурным условиям на улице и более гибко реагировало на потребности жильцов?

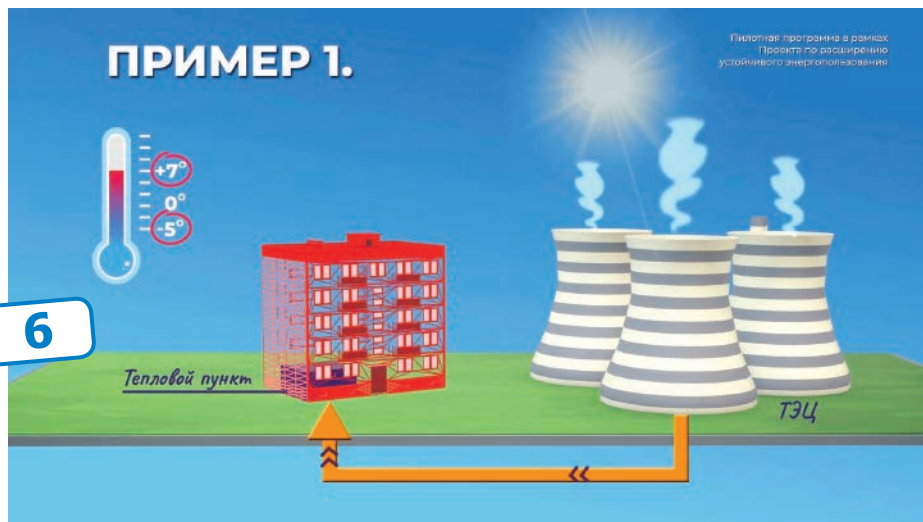
В энергоэффективные мероприятия пакета «А» входит модернизация теплового пункта, установка погодозависимой автоматики. Как это работает? В памяти контроллера заложен температурный график. Если в системе отопления здания датчик температуры показывает, что на улице стало теплее, тогда он дает команду клапану. Клапан прикрывается, и из тепловой сети начинает поступать меньше горячей воды. Так мы экономим.

Может понадобиться замена циркуляционного насоса, счетчика теплоты и других приборов. Обязательна балансировка всей системы. Очень часто в старых панельных домах начинают плохо греть торцы. Бывает, что в качестве решения вопроса заменяют насос в тепловом пункте.

Насос подает общий расход на дом больше. При этом торцевые квартиры довольны, так как у них стало теплее, а в середине дома открываем форточки, потому что все перегрето. Проблема кажется решенной, но никакого энергосбережения здесь нет. Балансировка позволяет перераспределить излишки воды туда, где воды не хватает.

Итак, мы выяснили, что можем влиять на потребление тепла на уровне целого дома, если усовершенствуем систему теплоснабжения.

Чтобы принять решение о реализации комплекса энергоэффективных мероприятий, не менее двух третей собственников помещений в доме должны прийти на собрание и проголосовать «за».





Серия 7: РЕГУЛИРУЕМ ТЕПЛО В КВАРТИРЕ

Можно ли самостоятельно регулировать уровень теплового комфорта в каждой комнате? Да, если установить термостатические регуляторы на батареи.

Интересный факт: иногда для того, чтобы поддерживать комфортный температурный режим, вообще не нужно тратить тепловую энергию.

Как же самим регулировать потребление тепла в квартире?

– Как на самом деле приблизиться по энергоэффективности старому жилому фонду к новым домам, – это очень важный вопрос, – рассказывает Игорь Шестерень, эксперт по применению энергоэффективного оборудования регулирования и учета тепла. – И так, об оборудовании.

Радиаторный клапан позволяет на каждом радиаторе выставлять желаемую температуру. Термостатический радиаторный клапан состоит из клапана как такового и термозлемента. Они соединяются. Это устройство поддерживает температуру, которую хочет потребитель. Это устройство, которое «подбрасывает» отопление по мере необходимости.

Теплоузел дома тоже должен быть переоборудован. Он позволяет дому брать тепловую энергию, а вот уже регулируют расход тепла потребители в своих помещениях так, как им этого хочется.

Каким устройством можно контролировать теплотребление каждой квартиры? Устройство это будет вот такой распределитель затрат на отопление, который, как видите, по размеру как два спичечных коробка, поставленных друг на друга. Устройство крепится на любой тип радиатора.

Вот это опрашивающее устройство ставится на середине высоты здания на каждый подъезд. Раз в месяц оно опрашивает вот эти распределители затрат на отопле-

Трехкомнатная квартира площадью 70 квадратных метров, которая рационально и экономно потребляет отопление, за весь отопительный сезон в 2019–2020 гг. потребила полторы гигакалории. Это обошлось в 27 рублей.

ние и передает через мобильного оператора в абонентскую службу данные каждого радиатора в квартире.

Сумма показаний – это показания квартиры, и таким образом видно, сколько каждая квартира в здании взяла ценного ресурса отопления.

Разница в теплотреблении квартир трехкратная.

Трехкомнатная квартира площадью 70 квадратных метров, которая рационально и экономно потребляет отопление, за весь отопительный сезон в 2019–2020 гг. потребила полторы гигакалории. Это обошлось в 27 рублей.

Другая квартира с таким же метражом потребила в три раза больше и заплатила 90 рублей. Обе квартиры с маленькими детьми, расположенные друг над другом. Разница в отоплении трехкратная, а комфортно и одним, и другим.

Это не эксперимент, страны Европы вообще живут с этим очень давно.

Серия 8: КАК ПЛАТИТЬ ТОЛЬКО ЗА СВОЕ ТЕПЛО

В восьмой серии образовательный сериал «Цяпло ў хату за меншую аплату» продолжает задавать вопросы и получать ответы.

Вы верите в то, что после проведения энергоэффективных мероприятий ваш дом станет потреблять меньше тепла, а жизнь в нем при этом станет комфортнее?

В одном подъезде жильцы установили на батареи термостатические регуляторы. Во втором подъезде того же дома жильцы установили не только термостатические регуляторы, но и распределители тепловой энергии. Кто больше сэкономил – жильцы первого или жильцы второго подъезда?

Спойлер: распределители тепловой энергии помогли сэкономить больше. В восьмой серии сериала рассказывается, как это работает.

– Поквартирный учет регулирования – это, наверное, минимально необходимая мера, которую технически и материально легко применить, – считает Андрей Ромашко, начальник управления министерства жилищно-коммунального хозяйства. – Это позволит собственникам обеспечить, во-первых, комфортные условия проживания в своей квартире, исходя из той температуры, которая более-менее подходит, и, с другой стороны, оплачивать именно ту энергию, которая потреблена.

– Человек тогда относится к тепловой энергии не как к теплу, а как к деньгам из своего кошелька, – резюмирует Михаил Малашенко.



Серия 9: ДОРОГО ИЛИ «ПО ПЛЕЧУ»?

Порой плата за качество и комфорт бывает значительной. Есть семьи, которые не могут себе их позволить. Но бывает, что государство уже предприняло действия в пользу граждан. Разбираемся, как это работает.

Чтобы такая плата стала посильной для среднестатистического домохозяйства, при реализации энергоэффективных мероприятий доступны 50-процентная безвозмездная субсидия и 10-летняя рассрочка оплаты. Так о какой сумме в итоге идет речь?

Предварительная стоимость энергоэффективных мероприятий пакета «А» для стандартной 2-комнатной квартиры (48 м²) – 4,2 рубля (к оплате ежемесячно в течение 10 лет). Более точная стоимость будет определена после энергоаудита дома и формирования перечня работ, необходимых дому и согласованных с жильцами.

Предварительная стоимость энергоэффективных мероприятий пакета «Б» для стандартной 2-комнатной квартиры (48 м²) – 40 рублей (к оплате ежемесячно в течение 10 лет). Более точная стоимость будет определена после энергоаудита дома и формирования перечня работ, необходимых дому и согласованных с жильцами.

– Все первоначальные капвложения в организацию энергоэффективных мероприятий берет на себя государство, – рассказывает Михаил Малащенко, заместитель Председателя Госстандарта – директор Департамента по энергоэффективности. – Только после полного завершения всех работ и проверки их качества вы начинаете постепенно возвращать эти средства равными долями в течение 10 лет без учета курса Нацбанка по отношению к валютам, без учета ставки рефинансирования и так далее.

И еще один аргумент: чем больше энергоэффективных мероприятий проведено в доме, тем больше возрастает стоимость вашей квартиры на рынке недвижимости.

Пилотная программа в Гродненской и Могилевской областях делает доступной энергоэффективную модернизацию жилого дома для многих семей.

«За» должны проголосовать 2/3 собственников жилья, которые потом оплачивают только половину стоимости работ с 10-летней рассрочкой (есть льготы).

– Важно для людей, которые решатся на этот шаг, чувствовать поддержку государства, – отмечает Геннадий Трубило. – Государство решает две задачи: комфортное проживание граждан и экономия топливно-энергетических ресурсов, экономия того газа, который мы приобретаем за границей.

Эта общая выгода.

– Если бы мне необходимо было все это поставить за свой счет, возможно, я бы отказался, – размышляет Владимир Новосельцев, заведующий кафедрой теплогазоснабжения

9

ТАК О КАКОЙ СУММЕ РЕЧЬ?

Пилотная программа в рамках
Проекта по расширению
устойчивого энергопользования



и вентиляции БрГТУ. – Учитывая льготные условия, этот вариант на мой взгляд неплохой.

Серия 10: ДОГОВОР

Приобретая товар или услугу, мы заключаем договор. То же самое мы делаем при реализации пакета энергоэффективных мероприятий в своем доме. На что при этом следует обратить внимание в первую очередь?

– Договор является типовым документом, который подтверждает, что у человека возникают права и обязанности, связанные с проведением энергоэффективных мероприятий, – комментирует Наталья Кухарчик, консультант Всемирного банка, юрист.

– Важные условия договора:

Собственники жилых помещений оплачивают только ½ стоимости работ с 10-летней рассрочкой (можно выплатить раньше).

Для собственников нежилых помещений вся стоимость работ подлежит выплате в течение трех лет.

Решение общего собрания, если оно принято в установленном порядке, если соблюден кворум, если проголосовало надлежащее количество граждан, обязательно для всех. Дом – это единый организм, который принадлежит всем собственникам, проживающим в нем. В данном случае меньшинству приходится подчиняться большинству.

Отказ от заключения этого договора не освобождает от внесения платы.

Если среди домовладельцев есть разногласия, всегда мы исходим из того, что все-таки надо как-то договариваться, жить дружно, идти навстречу друг другу. Только так будет польза не только для самих соседей, но и для здания в целом.

После общего собрания и подписания договоров в рамках пилотной программы:

– РУП «Белинвестэнерго» организует конкурсные торги на разработку проектной документации и выполнение работ.

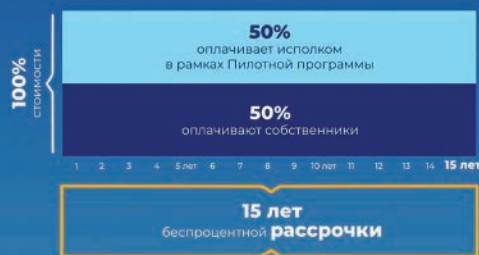
– Представитель жильцов может участвовать в конкурсной комиссии по выбору подрядчика.



10

11

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЛЬГОТЫ для собственников жилых помещений при реализации энергоэффективных мероприятий



ВЫ ИМЕЕТЕ ПРАВО НА РАССРОЧКУ ДО 15 ЛЕТ:

- если у вас нет совместно проживающих трудоспособных членов семьи и при этом вы – неработающие граждане с инвалидностью I или II группы или неработающие пенсионеры, достигшие общеустановленного пенсионного возраста
- если у вас многодетная семья
- если ваша семья воспитывает ребенка с инвалидностью в возрасте до 18 лет
- если в вашей семье оба или один из родителей (усыновителей) являются людьми с инвалидностью I или II группы
- если у вас среднедушевой доход не превышает величину бюджета прожиточного минимума в среднем на душу населения, утвержденную Министерством труда и социальной защиты, действующую на дату обращения

меньше прожиточного минимума, вы имеете право на рассрочку. Если больше, тогда нет.

Но в дальнейшем могут возникнуть обстоятельства, когда у вас появится это право, к примеру, вы выйдете на пенсию. В этом случае вы можете обратиться за получением дополнительной льготы.

Серия 12: БЕЗНАЛИЧНЫЕ ЖИЛИЩНЫЕ СУБСИДИИ

Знаете ли вы, что такое безналичная жилищная субсидия? Эта субсидия не относится напрямую к реализации энергоэффективных мероприятий, но право на нее может возникнуть. В общем, о такой субсидии в принципе полезно знать.

Рассказывает Наталья Кухарчик, консультант Всемирного банка, юрист:

– Это поддержка государства тем лицам, у которых оплата за жилищно-коммунальные услуги составляет достаточно существенную часть их дохода.

Если размер жилищно-коммунальных услуг, в том числе и размер затрат, связанных с проведением энергоэффективных мероприятий, превысит определенный уровень заработной платы или доходов семьи, соответственно, им предоставят безналичную жилищную субсидию.

Например, если совокупный доход семьи из 2 человек – 680 рублей, то 20% от этой суммы – 136 рублей. Размер коммунальных платежей зимой составил 116 рублей в месяц. Возмещение затрат на энергоэффективные мероприятия добавило еще 40 рублей (итого 156 рублей). Это выше 20% от общего дохода семьи. Семья получит субсидию в 20 рублей.

Для консультаций обращайтесь к специалистам по начислению субсидий в ЖКХ.

– Мониторинг осуществляют ЖКХ, РУП «Белинвестэнергосбережение», Всемирный банк, проводится авторский и строительный надзор.

– В случае серьезных недостатков и несоответствия требованиям проектной документации работы могут быть приостановлены с полной сменой подрядчика.

Оплата – только после завершения работ. Оплата будет производиться в жировках, и в принципе ее можно приравнять к жилищно-коммунальным услугам.

Когда мы говорим про заключение договора на длительный срок, в первую очередь необходимо учитывать, что суммы не меняются. Никакая индексация, никакие дополнительные платежи, которые могут возникнуть в будущем, этим договором не предусматриваются.

Серия 11: ЛЬГОТЫ

Для всех участников программы доступны 50-процентная безвозмездная субсидия и 10-летняя рассрочка оплаты, но есть и дополнительные льготы для малообеспеченных и социально уязвимых семей. О таких дополнительных льготах рассказывается в девятой серии.

– Важно, что проект предполагает определенную поддержку людей, у которых недостаточно финансовых средств, – отмечает Анастасия Акуленко, эксперт Всемирного банка, социолог. – Малообеспеченные люди, одиноко проживающие пенсионеры, многодетные семьи могут в рамках этого проекта получать дополнительные льготы, и важно, что необходимость такой поддержки воспринимается большинством положительно. То есть люди говорят – да, это правильно.

Если у вас нет совместно проживающих трудоспособных членов семьи и при этом вы – неработающие граждане с инвалидностью I или II группы или неработающие пенсионеры,

если у вас многодетная семья, если ваша семья воспитывает ребенка с инвалидностью в возрасте до 18 лет, если в вашей семье оба или один из родителей (усыновителей) являются людьми с инвалидностью I или II группы, если у вас среднедушевой доход не превышает величину бюджета прожиточного минимума в среднем на душу населения,

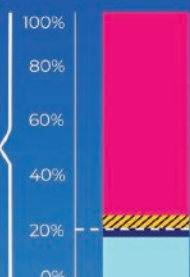
– то рассрочка выплат за половину стоимости энергоэффективных мероприятий для вас может быть увеличена до 15 лет.

Рассказывает консультант Всемирного банка, юрист Наталья Кухарчик:

– Если вы малоимущий, соответственно, необходимо посмотреть доход. Есть постановление Совета Министров, которое определяет перечень доходов. Допустим, заработная плата, пособие, еще что-то – все это суммируется и делится на 12 месяцев на семью. Если в итоге ваш доход

ПРАВО НА БЕЗНАЛИЧНУЮ ЖИЛИЩНУЮ СУБСИДИЮ

СОВОКУПНЫЙ ДОХОД



Пример

- совокупный доход семьи из 2 человек – 680 руб.
- 20% от общего дохода семьи – 136 руб.
- размер коммунальных платежей зимой* – 116 руб.
* при нормативном потреблении и при существующих тарифах на тепловую энергию
- допустим, возмещение затрат на энергоэффективные мероприятия – 40 руб.
- 116 руб. + 40 руб. = 156 руб.
- Значит, семья получит субсидию в размере:
156 руб. – 136 руб. = 20 руб.

12

Серия 13: КОМФОРТ И ЗДОРОВЬЕ

В этой серии мы хотим рассказать вам об одном интересном доме, в котором жители, кроме обычного набора энергоэффективных мероприятий, решили установить систему рекуперации. Что из этого вышло?

Рассказывает жительница модернизированного дома в Вильнюсе:

– У сына была аллергия. После установки рекуперационной системы у сына уменьшились насморк и кашель. Воздух по качеству лучше. Из города не входит эта пыль. У нас тут частные дома, отопление бывает от печки, так не попадают продукты горения. Когда мы меняем фильтры, они бывают черные.

– Какими деньгами измерить ваше здоровье как добытчиков денег, которые содержат и пожилых людей, и детей? – рассуждает Михаил Малашенко. – Это измерить нельзя, и наши коллеги с севера это понимают. Они хотят не болеть и жить комфортно.

Так что в перспективе жители наших многоквартирных домов могут задуматься и о более интересных энергоэффективных решениях.

Но вот о чем мы не всегда задумываемся, так это о том, что речь идет не только о нашем здоровье, но и о здоровье целой планеты. И как бы пафосно это ни звучало, это здоровье зависит также и от состояния наших жилых домов.

Чем больше энергоэффективности – тем меньше сжигается ископаемого топлива, тем меньше в атмосферу выделяется CO₂, который создает тот самый знаменитый парниковый эффект.

Именно поэтому такие партнеры, как Глобальный экологический фонд, финансируют различные энергоэффективные программы в разных странах, в том числе и по модернизации жилого фонда.

Хочется оставить нашим детям «зеленый», комфортный дом. Да и самим пожить в нем со всем удовольствием.



Серия 14: ЖЕНЩИНЫ И МОДЕРНИЗАЦИЯ

Знаете ли вы, что 70% домохозяйств в Беларуси возглавляют женщины? Спрашиваем, что сегодня волнует наших женщин.

Рассказывает Ольга Лукашкова, координатор программной деятельности ЮНФПА в Беларуси:

– По данным исследования Белстата, на ведение домашнего хозяйства и ухода за детьми в среднем за день женщины тратят в два раза больше времени, чем мужчины.

Также цифра, которая уже не меняется несколько лет – только один процент мужчин уходит в отпуск по уходу за ребенком.

Женщины проводят намного больше времени дома, и я уверена, что эта программа – точно для женщин.

Приготовлением пищи занимаются 90% женщин и 44% мужчин. Моют посуду 83% женщин и 31% мужчин. И 82% женщин и соответственно 44% мужчин убирают свое жилье. Немного позднее, в 2017 году такое же распределение обязанностей подтвердило исследование «Поколение гендер».

Женщины практически всегда остаются дома, если ребенок болеет, занимаются одеванием детей, укладывают спать,

играют, делают домашнее задание вместе с детьми.

Также исследование показало, что определено мужской работой дома респонденты назвали только мелкий ремонт.

И интересно, что женщины часто ведут домашнюю бухгалтерию.

Вся статистика говорит, что именно женщины должны принять самое активное участие в этой программе.

Мне кажется, что все подобные технические нововведения – это основа для безопасной и комфортной жизни женщин, мужчин и вообще семей. Так что, мне кажется, женщинам надо дерзнуть.

В большинстве домохозяйств именно женщины активно управляют домашними финансами. Это хорошая возможность, если они и так уже управляют, управлять более эффективно и сэкономленные ресурсы использовать на что-то еще. Например, на развитие своей карьеры, карьеры своих детей, на улучшение комфорта и благосостояния своего жилища.

Я хочу пожелать девушкам, женщинам в этой программе активно участвовать в принятии решений, предлагать свое видение проблемы и возможные решения, основываясь на своем практическом опыте. Не бояться технических терминов, длинных инструкций. Это классно. Мне очень бы хотелось, чтобы такая программа действовала, и именно с фокусом на женщин, девушек как активных участниц этого проекта.

Пора ломать стереотипы о том, что в строительстве, в домах у нас разбираются только мужчины. Это абсолютно не так! Женщины – это большая половина населения Беларуси, и я абсолютно уверена, что они должны активно участвовать во всех процессах.

Имея такие инструменты, женщина может сама регулировать расход ресурсов, которые она использует, и бюджета, который может потратить. И ощущение, что ты сама можешь это контролировать и решать – это классный мотиватор.

Я бы с большим удовольствием сама стала членом такой программы.





Серия 16: МОЛОДЕЖЬ ОБ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Тепловая модернизация жилого дома – это решение многих проблем и шаг к более комфортной жизни. До сих пор мы говорили об этом с людьми старшего возраста, у которых, как правило, есть свое жилье.

А что думает молодежь? В 16-й серии сериала его создатели собрали отзывы молодых людей. Неудивительно, что их подход к вопросам тепломодернизации и домашней экономики отличается от взглядов людей среднего возраста и пожилых.

Серия 17: ДОБРЫЕ СОСЕДИ

Чтобы провести энергоэффективные мероприятия в своем доме, собственники не менее $\frac{2}{3}$ площадей дома должны принять решение об этом. То есть, по сути, решение должен принять дом. Как часто бывает, что дом – это одна семья? И что делать, если вы не дружите с соседями?

Анастасия Акуленко, эксперт Всемирного банка, социолог, подчеркивает, что проект предполагает общение жильцов друг с другом по разным вопросам:

– Фактически, общение важно как для самих жильцов, так и для исполнителей проекта.

На собраниях жильцов видишь, что у нас в сфере ЖКХ много наболевших вопросов. Факт в том, что люди приходят на собрания со своими актуальными вопросами: лампочка в подъезде, уборка в подъезде, вопросы состояния жилища.

Психология, логика принятия решения здесь связана с тем, что дом принимает решение как единое целое. Даже не 50%, а две трети жильцов принимают решение о том, что дом будет участвовать в этом мероприятии. Соответственно, все предпринимаемые меры направлены на то, чтобы дом как единое целое работал эффективно. И в этом отличие тепловой модернизации как комплекса мер от простого утепления стен.



Серия 15: МОДЕРНИЗИРОВАТЬ ИЛИ НЕ МОДЕРНИЗИРОВАТЬ – ВОТ В ЧЕМ ВОПРОС

Специалисты и жители рассказывают о том, как модернизируют неэнергоэффективные дома в Литве.

Рассказывает Виталиус Шершниовас, заместитель мэра муниципалитета Утены (Литва):

– Сначала все говорят про цены, но потом люди видят результат и ощущают довольство.

У меня есть родители, например, они имеют квартиру, которую мы реновировали. Самое главное преимущество, которое мы получили – комфорт. Родители живут на верхнем этаже, там всегда было летом жарко, зимой холодно. После реновации мы получили зимой теплую температуру, очень дешево, а летом наконец-то у нас не жарко.

Размышляет Валиус Сербента, директор Агентства энергоэффективности в жилом секторе (Литва):

– Каждый из нас наверняка хочет построить новый дом, но не каждому позволяют это финансовые возможности. Но можно модернизировать дом с минимальным финансовым вкладом. Пусть не совсем минимальным, но более выгодным в сравнении с постройкой нового дома. Многие у нас в Литве рады такой

возможности создать совершенно другие условия жизни.

Жителям Беларуси, которые только начинают такого типа программы, я советую не бояться, в первую очередь быть решительнее. Я думаю, что многие жильцы в старых домах испытывают дискомфорт. Надо объединиться и принять решение. Можно начать с маленького, сделать маленькие шаги и потом идти дальше, обновляя стены.

Но самое главное – не бояться.



На мой взгляд, справедливость обеспечивается активным участием разных людей и возможностью выслушать многих. И я думаю, что хорошим стартом будет определение в своем доме каких-то активных людей, которые заинтересованы в результате, а также тех активных людей, которым доверяют их соседи. Это могут быть старшие по подъезду, которые потом объединяются в целую группу. И когда такая группа есть, важно определиться, что мы хотим получить.

Я бы порекомендовала жильцам предварительно между собой встретиться и обсудить, и определиться, какие у нас есть вопросы, какие нужды в нашем доме. Например, в доме есть квартиры, в которых холодно, есть периоды перетопливания. Или есть какие-то вопросы, связанные с промерзанием. То есть вначале обозначить, что нужно дому.

Лучше самих жильцов потребности не знает никто. Возможно, будет полезным не идти каждому со своей правдой, а переговорить между собой и предъявить в том числе специалистам ЖКХ некоторый срез. Сказать о том, что вы определили, что в доме есть часть людей, которые довольны всем, а есть люди в не очень хороших условиях. И возможно даже сказать, например, за бабушку, которая не смогла прийти на собрание и, может быть, она недостаточно понимает, в чем смысл этих процедур.

Я думаю, представлять некоторый итог обсуждения от всех жильцов будет очень полезно.

Если вы молодая семья, молодые предпринимательские люди, которые понимают, что такое качественное жилье, видели разные варианты жилья, понимают, что проект интересный и хороший, то вам проще будет уговорить соседку, которая не очень доверяет новому, потому что ей трудно представить, что это хорошо.

Один из ярких примеров заключался в том, что мы с частью жильцов смогли проговорить два раза. То есть первый раз было общее собрание, а потом мы встретились с ними уже обсуждать какие-то частности, связанные с проектом. И две женщины рассказали о том, почему они пришли во второй раз. У одной из них сын, занятый в строительстве, коротко расспросил про нюансы и сказал, мама, обязательно ввязывайся, это очень хорошо.

Самый сильный аргумент, который работает за проект, это даже не то, что я говорю на собраниях, а то, что жильцы таких старых домов, часто пожилые люди, могут услышать от своих близких людей.

Серия 18: ЗАЩИТА ЗДОРОВЬЯ

В заключительной серии, актуальной в условиях пандемии COVID-19, предлагаются некоторые рекомендации тем, кто собирается проводить собрания с жильцами.

Еще до введения масочного режима мы просили наших специалистов быть в масках, и все они пошли навстречу, понимая важ-



ность заботы о здоровье друг друга. Как же собрать большинство жильцов, чтобы не подвергнуть их опасности?

Общее собрание можно провести двумя способами: очное собрание и письменный опрос.

Если погода теплая, лучше провести очное собрание во дворе, в плохую погоду можно провести собрание в большом помещении. Соблюдайте безопасное расстояние (больше двух метров). Наденьте маски. Побойтесь об антисептике.

При заочной форме проведения общего собрания бюллетень для голосования может быть отправлен заказным письмом. Он должен содержать повестку дня общего собрания; формулировку вопросов, голосование по которым проводится этим бюллетенем, и формулировку проектов решений по каждому вопросу; варианты голосования по каждому вопросу повестки дня, выраженные словами «за», «против», «воздержался»; разъяснение порядка заполнения бюллетеня по каждому вопросу и т.д. Время для принятия решения – не менее 10 календарных дней. Подсчет голосов и оформление протокола – через 15 дней. Бюллетени хранятся в течение пяти лет, а протоколы – постоянно.

Использование онлайн-форматов пока представляет определенные трудности для проведения полноценных собраний с жильцами, так как не у всех жильцов в доме может быть Интернет (хотя специалисты работают над возможными «смешанными» сценариями), но часть коммуникации уже сегодня очевидно может перейти в онлайн-поле.

За кулисами

Завершает сериал «Цяпло ў хату за меншую аплату» небольшое видео о том, как проходили съемки в условиях сложной эпидемиологической ситуации. Создатели сериала – сотрудники брестской студии «Облако» надеются, что кому-то поможет их опыт работы в условиях пандемии.

Уютный и комфортный дом – это место, где экономится и сохраняется тепловая энергия не только в результате проведенных энергоэффективных мероприятий. Не менее важны тепло ваших сердец и энергия вашей заботы о близких.

Сериал создан в научно-популярной манере и содержит образовательную информацию по вопросам энергоэффективности, что делает его полезным не только для реализации Пилотной программы, но и для продвижения энергосберегающего поведения среди населения в целом.

Подробнее о Пилотной программе тепловой модернизации многоквартирных зданий можно узнать на сайте Департамента по энергоэффективности energoeffekt.gov.by, нажав на изображение барсука (символ Пилотной программы).

Дмитрий Станюта, редактор

Мы писали:

Бобрик А.Н. Тепловая модернизация старой застройки: семеро смелых // Энергоэффективность. – 2021. – №5. – С. 5.

Винчевская М. Обзор Пилотной программы тепловой модернизации в Гродненской и Могилевской областях // Энергоэффективность. – 2021. – №3. – С. 12–15.

Решения о финансовом участии жильцов в тепломодернизации домов приняты в Минске, Сморгони и Дрибине // Энергоэффективность. – 2020. – №10. – С. 12–13.

Винчевская М. «Эффект хозяина» для тепловой модернизации // Энергоэффективность. – 2020. – №9. – С. 16–19.

Указом Президента Республики Беларусь «Об утверждении международных договоров и их реализации» от 3 августа 2020 г. № 296 утверждены международные договоры о реализации инвестиционного проекта «Расширение устойчивого энергопотребления» // Энергоэффективность. – 2020. – №8. – С. 7–9.

Греют воду гелиоколлекторы

Получение бесплатной энергии явилось достаточно заманчивым предложением и для руководства КУП «Оршатеплосети». В качестве основного источника возобновляемой энергии решили использовать энергию солнца в целях нагрева воды в системах горячего водоснабжения.

Так предприятием было принято решение о монтаже гелиоколлекторных установок в системах ГВС яслей-сада №6 и детского сада №9 г. Орша.

В 2020 году одна из белорусских компаний разработала технико-экономические обоснования по внедрению этих гелиоколлекторов. Согласно ТЭО экономия топливно-энергетических ресурсов составила в ГУО «Детский сад №9» 11,4 т у.т., в ГУО «Ясли-сад №6» – 16,56 т у.т., простой срок окупаемости – 9,9 года и 9,7 года соответственно.

Работы начали проводить в августе 2020 года, и уже к концу года они были выполнены в полном объеме. Монтаж оборудования проводился собственными силами КУП «Оршатеплосети».



В детском саду №9 в декабре прошлого года заработала гелиоводонагревательная установка производительностью 2000 литров в сутки в комплекте:

- семи солнечных коллекторов на вакуумных тепловых трубках модели SCM с монтажной конструкцией для горизонтальной поверхности;
- насосного узла гелиоколлекторного контура серии UPS;
- насосного узла гелиоколлекторного контура с ротаметром 2–12 л/мин.;
- двух емкостных водонагревателей косвенного нагрева с двумя нагревательными спиралями объемом 1000 литров в комплекте с тепловой изоляцией;

- расширительного бака на 80 литров для системы холодного водоснабжения;
- расширительного бака для гелиоколлекторной установки объемом 110 литров в комплекте со стагнационным радиатором С-33.



В яслях-саду №6 в том же месяце была смонтирована установка производительностью 3000 литров в сутки. Она включила в себя:

- двенадцать солнечных коллекторов на вакуумных тепловых трубках модели SCM30-1800 с монтажной конструкцией для горизонтальной поверхности;
- насосный узел гелиоколлекторного контура серии UPS;
- насосный узел гелиоколлекторного контура с ротаметром 2–12 л/мин.;



- три емкостных водонагревателя косвенного нагрева с двумя нагревательными спиралями объемом 1000 литров в комплекте с тепловой изоляцией;
- расширительный бак для системы холодного водоснабжения;
- расширительный бак для гелиоколлекторной установки объемом 300 литров в комплекте со стагнационным радиатором С-33.

Приготовление горячей воды для нужд учреждений осуществляется в период светового дня. Теплоносителем гелиоколлекторных контуров является антифриз Antifrogen SOLHT. Контур греющего теплоносителя имеют расширительные баки, которые компенсируют незначительные утечки. Диспетчеризацией предусмотрен контроль перепада давления на насосных группах греющего теплоносителя. Систе-

мы приготовления горячей воды имеют по два источника: тепловые сети от газовой котельной и гелиоколлектора (ГУО «Ясли-сад №6») и от пеллетной котельной и гелиоколлектора (ГУО «Детский сад №9»).

Выход из строя гелиоколлекторной системы не отражается на системе горячего водоснабжения. Передача тепловой энергии от гелиоколлекторных контуров холодной воде осуществляется в емкостных бивалентных водонагревателях единичным объемом 1000 л.

В июне 2020 года подогрев горячей воды осуществлялся свыше 40°C. В период солнечной активности ожидается нагрев воды до температуры 60°C. Учет тепловой энергии системы горячего водоснабжения осуществляется с помощью прибора учета ТЭМ-104. Для компенсации температурных расширений при нагреве холодной воды в емкостных водонагревателях установлены расширительные баки.



В случае низкой солнечной активности в заданный промежуток времени, при котором разница показаний датчика гелиоколлекторного контура и температуры в емкостных водонагревателях не меняется, открывается клапан для подогрева горячей воды сетевой водой от котельных.

В период отсутствия солнечной активности для приготовления горячей воды автоматика гелиоколлектора дает сигнал автоматике на работу котельной. При достижении заданной температуры в емкостном водонагревателе котельная отключается. Работа гелиоколлекторного контура в межотопительный период аналогична отопительному периоду.

Суммарные затраты на внедрение гелиоколлекторных установок составили 152 тыс. 533 рубля, в том числе 76 тыс. 219 рублей средств республиканского бюджета на финансирование программ по энергосбережению.

За 20 дней июня 2021 года от реализации указанных мероприятий предприятием получена экономия топливно-энергетических ресурсов в объеме 3,85 т у.т. ■

П.Н. Дубовец, заместитель начальника инспекционно-энергетического отдела Витебского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

В Добруше введена в эксплуатацию мини-ТЭЦ на местных видах топлива

В первый день лета 2021 года на Добрушской бумажной фабрике «Герой труда» был официально принят в эксплуатацию завод по производству мелованных и немелованных видов трехслойного картона производительностью 200 тысяч тонн в год. А чуть ранее, в марте в рамках указанного инвестиционного проекта был осуществлен запуск мини-ТЭЦ, работающей на местных видах топлива.

Это уже второй крупнейший энергоисточник, использующий местные виды топлива, введенный в Гомельской области за последние два года. В феврале 2020 года начала работу мини-ТЭЦ в ОАО «Светлогорский ЦКК».

В состав мини-ТЭЦ в Добруше входят 2 газовых котла производительностью по 45 тонн пара в час каждый, 2 котла на местных видах топлива производительностью по 25 тонн пара в час каждый, а также паротурбогенератор электрической мощностью 15 МВт.

Согласно паспортным характеристикам установленная теплопроизводительность мини-ТЭЦ по пару составляет 90 Гкал/ч, в том числе на местных видах топлива – 32,5 Гкал/ч, годовой отпуск электрической энергии – 72 млн кВт·ч, тепловой энергии – 377 тыс. Гкал.



В качестве местных видов топлива на мини-ТЭЦ используется топливная щепка, отходы древесины (кора) и отходы производства (высушенный ил и биогаз). Суммарный годовой объем использования местных ви-

дов топлива при работе мини-ТЭЦ на номинальных показателях достигает 47 тысяч тонн условного топлива, складской запас обеспечивает бесперебойную работу мини-ТЭЦ в течение 5 суток.

Мини-ТЭЦ полностью обеспечивает предприятие тепловой энергией на производственные и отопительные нужды и на четверть закрывает потребность в электрической энергии. Объект обслуживается штатом работников в количестве 67 человек.

Благодаря использованию местных видов топлива себестоимость отпускаемой мини-ТЭЦ тепловой энергии составляет 90 руб. за 1 Гкал, себестоимость электрической энергии – 0,25 руб. за 1 кВт·ч.

Работа мини-ТЭЦ позволит в ближайшие годы увеличить объемы использования местных видов топлива и возобновляемых источников энергии с целью обеспечения выполнения Гомельской областью доведенных государственной программой «Энергосбережение» заданий. ■

**А.П. Дух, заместитель начальника
производственно-технического отдела
Гомельского областного управления
по надзору за рациональным
использованием ТЭР**

Использование вторичной тепловой энергии в ОАО «Гомельстройматериалы»

ОАО «Гомельстройматериалы» является одним из крупнейших в республике производителей широкого спектра строительных материалов. Выпускаемая предприятием продукция – плиты теплоизоляционные из минеральной ваты, камни силикатные, блоки из ячеистого бетона стеновые, кирпич силикатный утолщенный, плиты силикатные перегородочные – пользуется высоким спросом у потребителей, в том числе и благодаря их высоким энергосберегающим свойствам.

В процессе производства продукции на предприятии применяются энергоэффективные подходы и внедряются энергосберегающие мероприятия. Так, в марте текущего года было реализовано использование тепловой энергии оборотной воды первого и второго контура охлаждения вагранки цеха №1 линии по производству минераловатных плит №1 для целей подог-

рева химочищенной воды перед деаэратором котельной и на нужды горячего водоснабжения. Это позволило полностью исключить паровой подогрев воды системы горячего водоснабжения ОАО «Гомельстройматериалы» и достигнуть температуры химочищенной воды перед деаэратором в 70–80°C. Планируемая годовая экономия энергоресурсов составляет 210 т у.т.

Инженером-теплотехником по энергосбережению и эффективному использованию ТЭР отдела главного энергетика ОАО «Гомельстройматериалы» была рассчитана и разработана схема по использованию тепловой энергии рубашки охлаждения вагранки для подогрева химически очищенной воды перед деаэратором котельной и воды системы горячего водоснабжения. Специалист собственными силами подобрал оборудование, рассчитал диаметры трубопроводов тепловых сетей.



Греющая вода рубашки охлаждения вагранки насосным оборудованием подается на два параллельно работающих пластинчатых теплообменных аппарата. В одном теплообменном аппарате подогревается обратный трубопровод системы горячего водоснабжения цеха №1 до температуры 80°C, в другом – химически очищенная вода, идущая на подпитку деаэратора, до температуры 70–80°C. Подогретая до температуры 80°C обратная вода системы горячего водоснабжения цеха №1 позволяет

держат постоянную температуру воды 60–65°C в баке системы горячего водоснабжения котельной, не тратя для этих целей пар от котла.

Затраты по мероприятию были значительно снижены за счет самостоятельной разработки схемы подключения, расчета и подбора оборудования, что позволяет окупить мероприятие менее чем за полгода. ■

**А.Е. Шестаков,
инженер-теплотехник
ОГЭ ОАО «Гомельстрой-
материалы»**

Гродненский ЦСМС: горячее водоснабжение – за счет энергии солнца



Развитие возобновляемых источников энергии является одним из приоритетных направлений энергосбережения в Гродненской области. С целью повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов в системе Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь в План мер по реализации основных направлений энергосбережения Гродненской области на 2020 год были включены мероприятия по технической модернизации систем горячего водоснабжения с внедрением гелиоэнергетических установок в лабораторно-производственных корпусах Гродненского центра стандартизации, метрологии и сертификации по проспекту Космонавтов, 56 и 2-му переулку Балуша, 4а.

Целесообразность реализации мероприятия обусловлена круглогодичным использованием тепловой энергии для целей хозяйственно-бытового водоснабжения, а в осенне-зимний период – для отопления административных и производственных помещений. Данное энергосберегающее мероприятие было реализовано в декабре 2020 года.

Конструктивно гелиоколлектор состоит из основания в виде металлического каркаса, установленного на существующее плоское кровельное покрытие

через резиновые плиты. На каркас смонтированы блоки солнечных коллекторов, имеются водонагреватели емкостного типа, циркуляционные насосы теплоносителя, автоматика управления. Установки оснащены в том числе защитой по перегреву теплоносителя (не более 80°C). С целью круглогодичного использования вырабатываемой тепловой энергии предусмотрена совместная работа существующей системы теплоснабжения с гелиоводонагревательной установкой в период недостаточной температуры воды, подаваемой потребителю (ниже 50°C), в том числе в отопительный период.

Цилиндрическая форма гелиоколлекторов позволяет преобразовывать солнечную энергию с максимальной эффективностью – в течение всего светового дня. Цилиндрический абсорбер в сравнении с плоскими солнечными коллекторами дает возможность улавливать в три раза больше солнечной энергии, что особенно актуально в зимний период. Такие особенности абсорбера увеличивают эффективность и производительность вакуумного трубчатого солнечного коллектора до 40%. Общие потери тепла в вакуумном коллекторе минимальны, так как в вакууме отсутствуют потери на теплопроводность и конвекцию. За счет вакуума обеспечивается постоянство КПД установки даже при



неблагоприятных погодных условиях: отрицательных температурах наружного воздуха и рассеянном солнечном свете.

Общая стоимость реализации мероприятия составила 73 тыс. руб., в том числе 58,1 тыс. руб. средств республиканского бюджета на цели энергосбережения и 14,9 тыс. руб. собственных средств организации.

За период работы с января по июнь 2021 года установки обеспечили выработку тепловой энергии в соответствии с проектными значениями, а в период с мая по сентябрь полностью

обеспечивается горячее водоснабжение за счет энергии солнца. Срок окупаемости проекта составляет 8–9 лет при годовой экономии топливно-энергетических ресурсов 14,5 т у.т.

Оборудование гелиоколлекторов зарекомендовало себя с положительной стороны – выходов из строя не зафиксировано. ■

А.В. Панасик, главный специалист производственно-технического отдела Гродненского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

«Иста Митеринг Сервис» • 220034, г. Минск, ул. 3. Бядули, 12
тел.: (017)271-3311, 224-6849, 224-6858; факс: (017)224-0569
e-mail: minska@ista.by • <http://www.ista.by>
отдел расчетов: (017)224-5667 (-68) • e-mail: billing@ista.by

ista

- Система индивидуального (поквартирного) учета тепловой энергии на базе распределителей тепла «Экземпер», «Доприно III радио»: от монтажа приборов до абонентских расчетов для десятков тысяч потребителей.
- Энергосберегающее оборудование «Данфосс», «Заутер», «Петтинароли»: радиаторные термостаты, системы автоматического регулирования отопления зданий, арматура.
- Приборы учета тепловой энергии «Сенсоник II» с расходом теплоносителя от 0,6 до 2,5 м³/ч с возможностью удаленного сбора информации.
- Запорно-регулирующая арматура: шаровые краны, радиаторные вентили, задвижки, фильтры, компенсаторы, обратные клапаны и т.д.
- Насосное оборудование «Грундфос».

УНП 100338436

Используем местные виды топлива с максимальным КПД

По результатам реализации Государственной программы «Энергосбережение» на 2016–2020 годы доля местных ТЭР в валовом потреблении ТЭР в среднем по Могилевской области достигла 20,6%. А в региональном разрезе, в зависимости от лесистости района доля использования местных энергоресурсов достигает и более 60%.

Увеличение использования древесной биомассы наиболее актуально для организаций жилищно-коммунального хозяйства. Так, Бельничским У КП «Жилкомхоз» за 2020 год достигнут показатель 43,1% от потребленного котельно-печного топлива.

Необходимо отметить, что Бельничское У КП «Жилкомхоз» – одно из передовых в области как количественно, так и по объемам оказываемых услуг и выпускаемой продукции. В настоящее время в сложных экономических условиях предприятие работает стабильно, имеет высокую финансовую

устойчивость, резервы для расширения деятельности.

Достойные результаты достигнуты также в сфере энергетики и энергосбережения. Реализуются все запланированные мероприятия, выполняются доведенные показатели энергосбережения, находят применение современные оборудование и технологии. Предприятием используется собственная когенерационная установка, которая не только обеспечивает электроэнергией собственные объекты, но и позволяет реализовывать излишки системе РУП «Могилевэнерго». Модернизируется котельное оборудование.

Так в 2020 году в городской бане Бельничей была установлена пеллетная горелка белорусского производства тепловой мощностью до 120 кВт для топки банной печи. Устройство оборудовано автоматической подачей топлива для сжигания пеллет и предназначено для обогрева парной. При замене горелки с низким КПД



на высокоэкономичную горелку экономический эффект достигается за счет снижения потребления топлива при более эффективном процессе его сжигания для получения тепловой энергии. Коэффициент полезного действия горелки составляет 93%, что позволи-



ло снизить удельный расход топлива на производство тепла и таким образом сэкономить за год 37,3 т у.т. ■

Галина Мейсен, старший инспектор производственно-технического отдела Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

Электротранспорт

Новые ЭЗС появятся в этом году в Могилеве и области

Электромобили постепенно входят в нашу жизнь. Мы привыкаем к тому, что на маршрутах общественного транспорта курсируют электробусы. Не отстает и легковой транспорт. И это не фантастика, не дань моде. Это планомерное развитие нашего общества.

Экологичность и применение новых источников энергии определены в республике как тренд развития транспорта. Это решение закреплено, в частности, Комплексной программой развития электротранспорта на 2021–2025 годы (постановление Совета Министров от 9 апреля 2021 года №213), которой РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» назначено оператором для создания государственной зарядной сети.

На сегодняшний день в Могилевской области РУП «Белоруснефть-Могилевоблнефтепродукт» уже установлено 14 ЭЗС сети Malanka.

В 2021 году предприятие планирует установить в Могилеве два зарядных комплекса для электромобилей: возле торгового центра «Магнит» (ул. Первомай-



ская, 34) и торгового центра «Green» (ул. Островского). Как показывает мировая практика, использование в крупных торговых центрах площадок для размещения электромобильной инфраструктуры – это экономия времени и расстояний, т.е.

можно и покупки совершить, и электромобиль подзарядить.

Как сообщили специалисты предприятия, каждая из этих станций будет иметь мощность 50 кВт, что позволит владельцам электромобилей пополнять заряд на 30–40 километров всего за 10 минут. Такие комплексы – ноу-хау белорусских разработчиков. Зарядных комплексов, где одновременно могут заряжаться 6 электромобилей, нет ни в одной из стран СНГ. На сегодняшний день подобные локации для зарядки электротранспорта можно наблюдать только в Минске.

Кроме этого, в связи с востребованностью, еще одна зарядная станция появится на АЗС №29 (д. Сычково Бобруйского района). В настоящее время здесь уже успешно функционирует одна зарядная станция. Мощности у обеих станций будут также по 50 кВт. ■

Маргарита Митюшева, заведующий сектором производственно-технического отдела Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием ТЭР

Д.Л. Дубовец,
инженер по охране окружающей среды 2 категории
ОАО «Управляющая компания холдинга «Минский моторный завод»



ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМ РЕЦИРКУЛЯЦИИ ВОЗДУХА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Воздух, удаляемый из административных и производственных помещений через системы вытяжной вентиляции, является источником потерь существенного количества тепловой энергии, которые приходится восполнять для обеспечения оптимального микроклимата на рабочих местах.

Поскольку любой вид топлива и электрическая энергия, используемые для получения тепловой энергии, имеют определенную цену, которую необходимо заплатить за их приобретение, наиболее рациональным вариантом экономии денежных средств предприятия является энергосбережение. Сберегать теплоту, необходимую для комфортных условий работы персонала, рационально путем внедрения на предприятии систем рециркуляции воздуха.

В соответствии с пп. 36 п. 3 строительных норм «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха», утвержденных постановлением Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 16 декабря 2019 №69 (далее – СН №69), рециркуляция – это подмешивание воздуха помещения к наружному воздуху и подача этой смеси в данное или другие помещения (при необходимости с предварительной обработкой). Рециркуляцией не является перемешивание воздуха в пределах одного по-

мещения, в том числе сопровождаемое нагреванием (охлаждением) отопительными агрегатами, вентиляторными и эжекционными доводчиками, вентиляторами-веерами и др.

На рисунке 1 приведена принципиальная схема процесса рециркуляции воздуха производственного помещения.

Учитывая тот факт, что температура воздуха, удаляемого из помещения через системы вытяжной вентиляции, составляет как правило не менее 18 градусов Цельсия, при возврате 50% воздуха из вентиляционной системы производительностью 1000 м³/ч и годовом фонде рабочего времени 2000 часов экономия ТЭР составит 90 кг условного топлива в год.

Несмотря на то, что удаление воздуха из рабочей зоны производственных и административных помещений осуществляется в связи с его загрязнением, а для его возврата как правило требуется предварительная обработка, производители современных



Рис. 2. Внешний вид фильтр-вентиляционной установки

фильтр-вентиляционных систем и газоочистных установок способны предложить потребителям необходимое оборудование со сроком окупаемости не более 5 лет и полезным сроком эксплуатации более 10 лет.

На современных промышленных предприятиях выполняется большое количество производственных операций, являющихся источником выделения в рабочую зону только твердых частиц. К таким операциям относятся: шлифование, резка, заточка, сверление и проч. В случае организации отбора воздуха от технологического оборудования, осуществляющего данные операции, путем установки вытяжных зондов и направления газовой воздушного потока в фильтр-вентиляционную установку, очищенный воздух можно возвратить обратно в производственное помещение в полном объеме.

В качестве установок очистки воздуха в таком случае рекомендуется применять тканевые и волокнистые фильтры различной конструкции, обладающие высокой степенью очистки (до 99%) от твердых частиц размером более 2 мкм и концентрацией на входе более 1 мг/м³.

На рисунке 2 приведен внешний вид фильтр-вентиляционной установки, которая часто применяется на производствен-

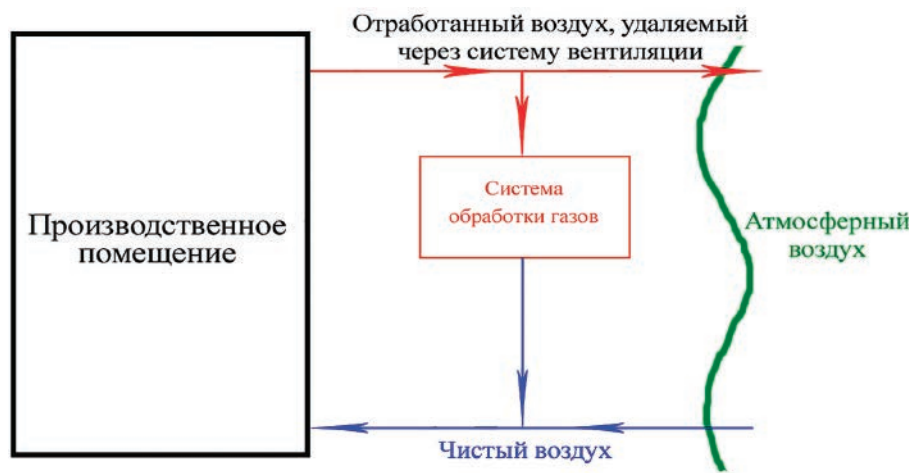


Рис. 1. Принципиальная схема процесса рециркуляции воздуха

ных предприятиях республики для очистки загрязненного воздуха от твердых частиц и возврата очищенного воздуха в производственное помещение.

При проектировании систем рециркуляции воздуха не следует забывать о запретах и ограничениях, установленных в нормативно-правовых актах.

В соответствии со СН №69 рециркуляция воздуха не допускается:

а) из помещений, в которых максимальный расход наружного воздуха определяется массой выделяемых вредных веществ 1-го и 2-го классов опасности;

б) из помещений, в воздухе которых имеются болезнетворные бактерии и грибки, концентрация которых превышает нормы, устанавливаемые гигиеническими нормативами от 20.09.2012 №140 «Предельно допустимые концентрации микроорганизмов-продуцентов, микробных препаратов и их

компонентов в воздухе рабочей зоны», или из помещений с резко выраженными неприятными запахами;

в) из помещений, в которых имеются вредные вещества, возгоняемые при соприкосновении с нагретыми поверхностями воздухонагревателей, если перед воздухонагревателем не предусмотрена очистка воздуха;

г) из помещений категорий А и Б (кроме воздушных и воздушно-тепловых завес у наружных ворот и дверей);

д) из 5-метровых зон вокруг оборудования, расположенного в помещениях категорий В1–В4, Г1, Г2 и Д, если в этих зонах могут образовываться взрывоопасные смеси из горючих газов, паров, аэрозолей с воздухом;

е) из систем местных отсосов вредных веществ и взрывоопасных смесей с воздухом;

ж) из тамбуров-шлюзов.

Рециркуляция воздуха ограничивается:

– пределами одной квартиры, номера в гостинице или дома, занимаемого одной семьей;

– пределами одного или нескольких помещений, в которых выделяются одинаковые вредные вещества 1-го и 2-го классов опасности, кроме помещений, изложенных в перечислении а).

Очевидно, что работа рассматриваемых рекуператоров даже в летнем, менее эффективном режиме функционирования, целесообразна как с точки зрения энергосбережения, так и с точки зрения поддержания комфортных температурных условий. И уж конечно, функционирование в зимнем режиме, обеспечивающее предотвращение потерь и возврат для отопления тепловой энергии в наиболее морозные дни, когда особенно остро встает вопрос энергосбережения и дефицита энергии, является одним из наиболее эффективных энергосберегающих мероприятий. ■

Возобновляемая энергетика

«Стоимость производства электроэнергии из возобновляемых источников в 2020 году»

Международное агентство по возобновляемым источникам энергии (IRENA) опубликовало очередной выпуск своего ежегодного доклада по экономике электроэнергетики «Стоимость производства электроэнергии из возобновляемых источников в 2020 году».

Как нам уже давно известно, солнечная и ветровая энергетика производят самую дешевую электроэнергию во многих регионах и намного превосходят другие технологии генерации по ежегодным объемам привлекаемых инвестиций и вводимых мощностей.

В докладе показано, что стоимость указанных технологий ВИЭ продолжает снижаться. Приведенная стоимость единицы энергии (LCOE) наземной ветроэнергетики за прошедший год снизилась на 13%, офшорной ветроэнергетики – на 9%, солнечной фотоэлектрической – на 7%.

В таблице сведены некоторые показатели экономики ВИЭ (удельные капитальные затраты, КИУМ и LCOE) для разных секторов. Речь здесь идет о средневзвешенных глобальных данных. Разумеется, существуют достаточно силь-

ные региональные отклонения. К слову, КИУМ фотоэлектрической солнечной генерации для проектов, введенных в строй в 2020 году, снизился по сравнению с несколькими предыдущими годами и составил 16,1% в среднем по миру. Следует отметить, что в некоторых регионах России можно получить более высокий КИУМ.

Как уже отмечалось в ряде других исследований, солнечная и ветровая энергетика стали настолько дешевыми, что их «полная стоимость» (LCOE), в которой учтены капитальные инвестиции, становится ниже эксплуатационных затрат действующих угольных, а порой и газовых электростанций.

В докладе приводится интересный пример: 800 ГВт существующих мощностей электроэнергетики, работающих на основе угля в мире, имеют более высокие эксплуатационные расходы, чем LCOE новых крупномасштабных солнечных фотоэлектрических и наземных ветровых электростанций, включая, важно подчеркнуть, 0,005 доллара США/кВт·ч «интеграционных расходов» (затрат на интеграцию ВИЭ в энергосистемы).



Как и в предыдущем докладе, обращает на себя внимание чрезвычайно большой разброс капитальных затрат в солнечной энергетике по странам. Мы видим, что самые высокие капитальные затраты, по данным IRENA, отмечаются в России и Японии. При этом, как ни странно, стоимость модулей, несмотря на требования локализации, у нас оказывается не сильно выше, чем на других рынках, а высокий Сапех обусловлен другими составляющими.

При расчете LCOE в данной публикации стоимость капитала WACC принималась равной 5% в ОЭСР и Китае и 7,5% в остальном мире. Показатель был снижен по сравнению с прошлогодним докладом, что «отражает

недавние изменения в финансовых условиях». Со следующего года IRENA планирует использовать конкретные данные WACC по странам.

Еще интересный момент. IRENA считает, что потенциальная приведенная стоимость (зеленого) водорода (LCOH₂) в Саудовской Аравии с учетом актуальной стоимости солнечной и ветровой энергии может уже сегодня составить всего 1,62 доллара США за килограмм. При снижении цен на электролизеры стоимость водорода будет, соответственно, снижаться. Напомню, что в Саудовской Аравии зафиксирована рекордно низкая цена в солнечной энергетике – 1,04 цента США за кВт·ч. ■

renen.ru

ОСВЕЩЕНИЕ ПОМЕЩЕНИЯ ГЕНЕРАТОРОМ ОТКРЫТИЯ ДВЕРИ

Третье место в номинации «Проект практических мероприятий по энергосбережению»
XIV республиканского конкурса «Энергомарафон»



Как-то раз я обратил внимание, что двери учебных мастерских колледжа открываются и закрываются несколько сотен раз в день. При этом безвозвратно теряется механическая энергия их открытия. Я подумал: почему бы не сделать приспособление для преобразования механической энергии открытия двери в световую энергию светильника для освещения коридора?

Задачи проекта:

- Изучить технологию работы возобновляемых и нетрадиционных источников энергии.
- Разработать схему генератора электроэнергии.
- Рассчитать необходимую мощность генератора электроэнергии.
- Подобрать комплектующие для создания электросхемы.
- Собрать схему.

Предполагаемый результат – снижение бюджетных затрат на освещение учебных мастерских колледжа за счет создания дополнительного источника энергии.

Мы создали устройство, которое преобразует механическую энергию открывания двери в световую энергию светильника.

В качестве прототипа для генератора открытия двери была использована электрическая схема садового фонарика на солнечных батареях. Принцип работы светильника прост. Солнце в течение дня, освещая солнечный элемент светильника, заряжает встроенный аккумулятор. А с наступлением сумерек, когда солнечная батарея уже не дает энергии, электроника светильника включает схему электронного преобразователя, который преобразует запасенную энергию аккумулятора в более высокое напряжение для питания сверхъяркого светодиода.

Все солнечные светильники малого и среднего ценового диапазона в настоящее время оборудованы практически одинаковыми солнечными батареями площадью не больше 9 квадратных сантиметров. Солнечная батарея заряжает аккумулятор. Размер и емкость аккумулятора зависят от габаритов светильника. Как правило, применяются

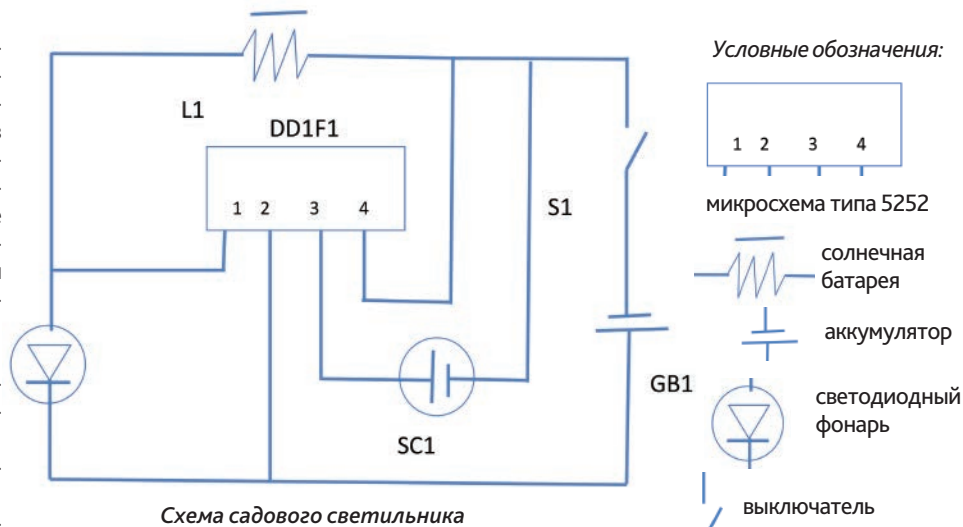


Схема садового светильника

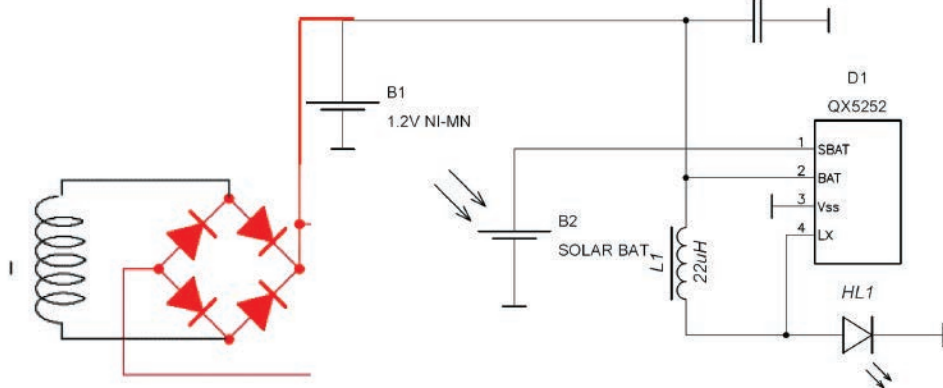


Схема светильника на генераторе открытия двери

Условные обозначения:



стандартные аккумуляторы небольшой или средней емкости.

Вся электроника, за исключением индуктивности преобразователя L1, сосредоточена в одной микросхеме (в данных светильниках найдены две одинаковых микросхемы типа 5252 и 5251). Микросхемы при снижении напряжения от солнечной батареи начинают

формировать пульсирующее напряжение для питания сверхъяркого светодиода. Для нашего устройства мы использовали микросхему садового светильника для управления включением света в зависимости от освещенности помещения. Дополнительно в эту схему мы устанавливаем генератор от динамического фонарика с выпрямительным мостом.



Фонарик садовый
(стоимость
3.6 руб.)

При недостаточной освещенности аккумулятор устройства заряжается от генератора. Генератор установлен из карманного фонаря с динамо-машиной.

В сумерках солнечный элемент включает лампу.



Фонарь светодиодный
с динамо-машиной
(стоимость 15 руб.)

Технико-экономические показатели генератора открытия двери

Показатель	Единица измерения	Значение
Стоимость генератора открытия двери Сг	рублей	18.6
Рабочее напряжение	В	1.2
Потребляемая сила тока	мА	20
Потребляемая мощность	Вт	0.07
Световой поток	Лм	100
Мощность генератора	Вт	0.5
Емкость аккумулятора	мАч	1000
Время полного заряда аккумулятора	циклов «открытие-закрытие двери»	2000
Время непрерывной работы светодиодной лампы	час	8
Экономия электроэнергии при неключении 4-х люминесцентных ламп на освещение коридора в день	рублей	$\Sigma = 4 \text{ лампы} \times 0,04 \text{ кВт} \times 4 \text{ часа} \times 0,26871 = 0,17$
Годовая экономия	рублей	$\Sigma_{\text{год}} = 0,17 \times 255 = 43,6$
Срок окупаемости	лет	$0 = \text{Сг} / \Sigma_{\text{год}} = 18,6 / 43,6 = 0,43$

За год использования устройства приносимая им экономия составляет 43 рубля 60 копеек.

Материальные, технические ресурсы

- База: УО «Полесский государственный аграрный колледж им. В.Ф. Мицкевича».
- Оборудование: станок сверлильный, паяльная станция, дрель электрическая, углошлифмашина.
- Материалы: лист из нержавеющей стали 100 x 100 x 0.8 мм, саморез 4x6 мм; клей эпоксидный. ■



Монтаж элементов электрической схемы генератора открытия двери



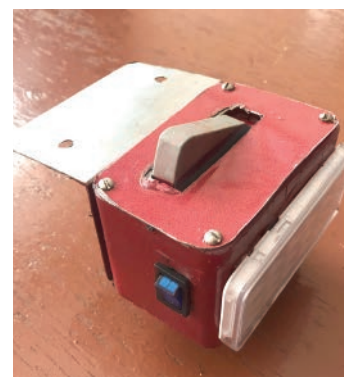
Сборка генератора открытия двери



Компоновка деталей генератора открытия двери



Место установки генератора открытия двери



Внешний вид генератора открытия двери

Работа генератора открытия двери

Причина аварии – разрушение трансформатора

В связи с периодом аномальных температур вечером 23 июня 2021 года произошло разрушение трансформатора напряжения на одной из систем шин Лукомльской ГРЭС, что привело к отключению линий электропередачи 330 кВ и всего работающего оборудования ГРЭС, мощность которого на тот момент составляло 1400 МВт.

Были обесточены подстанции 330 кВ: «Орша», «Могилев», «Могилев-Северная», – что привело к потере электроснабжения потребителей Оршанского и Могилевского энергоузлов.

Данная ситуация сложилась в 21.39. В течение часа за счет оперативной работы персонала энергосистемы было восстановлено питание системных подстанций 330 кВ и подключены подстанции 110 кВ. Ночью 24 июня все потребители были обеспечены электроэнергией.

www.energo.by

В.Н. Галушко,
к.т.н., зав. кафедрой
«Электротехника»

А.Н. Пехота,
к.т.н., зав. кафедрой «Физика
и энергоэффективные технологии»

И.Л. Громыко,
аспирант, м.т.н.

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

ДИАГНОСТИКА ТРАНСФОРМАТОРОВ С ПОМОЩЬЮ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Аннотация

Рассмотрены методы диагностики и способ классификации различных дефектов трансформатора с помощью сверточных нейронных сетей. Применение данных нейронных сетей позволит в режиме реального времени анализировать информацию, классифицировать различные отклонения и диагностировать дефекты. В работе приводится анализ информации для классификации таких повреждений, как межвитковые замыкания, междуфазные короткие замыкания, дефекты межлистовой изоляции магнитопровода, местное замыкание пластин стали и «пожар» в стали.

Annotation

Methods of diagnostics and a way of classifying various defects of a transformer using convolutional neural networks are considered. The use of these neural networks will allow real-time analysis of information, classifying various deviations and diagnosing defects. The article analyzes information for the classification of such damages as turn-to-turn short circuits, phase-to-phase short circuits, defects in the inter-sheet insulation of the magnetic circuit, local short-circuit of steel plates and "fire" in steel.

Введение

Диагностика трансформаторов сегодня – довольно долгое и затратное мероприятие. Часто необходимо провести целый ряд непростых испытаний, так как современные методы диагностики не всегда однозначно указывают на место и вид дефекта. Надежность электрической машины в значительной степени определяется надежностью обмоток, которая в свою очередь зависит от состояния изоляции. Изоляция работает в сложных, часто весьма неблагоприятных условиях. В процессе эксплуатации электрических машин, а также во время их хранения и транспортировки они подвергаются разно-

бразным внешним воздействиям, приводящим с течением времени к прогрессирующему ухудшению свойств изоляции.

Основными задачами в ходе исследований являются:

- диагностика на ранних стадиях развития неисправностей и их классификация с одновременной локализацией;
- разработка математических, имитационных и нейронных моделей обучения и подбора параметров защиты для новых трансформаторов;
- разработка множественных регрессионных и нейронных моделей для оценки остаточного ресурса на основании анализа экспериментов.

Основными причинами возникновения межвитковых замыканий в трансформаторе являются старение изоляции, перенапряжения или низкий уровень организации производства и эксплуатации. Классификация факторов, влияющих на межвитковое замыкание, показывает, что причины нарушения изоляции могут быть связаны или могут проявляться обособленно, что затрудняет поиск решения по защите обмоток трансформаторов от межвитковых замыканий [1].

В работе «Прогнозирование срока службы электрических машин» авторы В.Е. Воробьев и В.Я. Кучер [2] описали

закономерности старения изоляции. Также было рассмотрено старение изоляции под действием температуры электрического поля, механических нагрузок, влаги и химически активных веществ. В работе отмечается, что скорость старения изоляции определяется в основном эксплуатационными условиями и свойствами применяемых материалов, а на образование местных дефектов оказывает значительное влияние уровень технологии и общей культуры производства, условия хранения трансформатора, его транспортировка и монтаж.

Описание методов диагностики электрооборудования при-

ведено в учебном пособии «Диагностика электрооборудования электрических станций и подстанций» [3]. В нем рассмотрены основные методы неразрушающего контроля электротехнического оборудования (тепловой, магнитный, электрический и т.д.).

В масле содержится около 70% информации о состоянии маслonaполненного оборудования. Результаты анализа масла трансформатора дают возможность судить о состоянии изоляции обмоток. Выявить неисправность изоляции обмоток позволяют такие показатели качества масла, как содержание водорастворимых кислот и температура вспышки в закрытом тигле [3].

Среди различных факторов, определяющих срок службы изоляции электрических машин, одним из основных является старение изоляции под действием температуры [2, с. 19]. К электрическому методу неразрушающего контроля для диагностирования электрооборудования можно отнести метод измерения частичных разрядов (ЧР). Внешним проявлением процессов развития ЧР является нагрев изоляции [3].

Основная задача исследования – диагностирование и классификация неисправности, анализ предаварийного состояния с указанием причины.

Основная часть

Одним из наиболее распространенных следствий ухудшения свойств изоляции являются межвитковые замыкания. При межвитковом замыкании изоляция обмотки нарушается и происходит ее пробой между витками, что впоследствии может привести к выходу из строя трансформатора.

Приведем краткий анализ наиболее распространенных повреждений силовых трансформаторов, возможные причины их возникновения и традиционные способы выявления. Далее приведем результаты экспериментальных исследований по выбору диагностируемых параметров для обучения и дальнейшей работы нейронной сети.

В дальнейшем условно сгруппируем повреждения следующим образом:

1 – межвитковые замыкания, междуфазные короткие замыкания (МКЗ);

2 – дефекты межлистовой изоляции магнитопровода, местное замыкание пластин стали и «пожар» в стали.

Так для первой группы повреждений одним из наиболее распространенных следствий ухудшения свойств изоляции являются межвитковые замыкания. При межвитковом замыкании изоляция обмотки нару-

Признаками повреждения являются: ухудшение состояния масла (уменьшение температуры вспышки, повышение кислотности); увеличение потерь холостого хода; появление газа в газовом реле, потемнение масла вследствие крекинга-процесса, появление резкого запаха.

шается и происходит ее пробой между витками, что впоследствии может привести к выходу из строя трансформатора.

Механизм повреждения предполагает, что повреждение изоляции образует контур, сцепленный с основным магнитным потоком и потоком рассеяния. Результирующий циркулирующий ток вызывает увеличение активного и индуктивного компонентов тока намагничивания, дополнительный рост потерь в опыте холостого хода и короткого замыкания. Также данный вид повреждения приводит к изменению сопротивления отдельных фаз трехфазных трансформаторов. Также изменяются: сопротивления изоляции между обмотками и корпусом; хромотографический анализ масла; результаты анализа трансформаторного масла на электрическую прочность, пофазные измерения потери холостого хода. При анализе данного повреждения также актуален внешний осмотр на предмет обнаружения мест подгаров изоляции витков при вынужденной активной части.

Основными факторами, влияющими на возникновение межвитковых замыканий

в трансформаторах, являются старение изоляции (механическое, тепловое, электрическое, химическое), перенапряжения (атмосферные, внутренние, дуговые) и организация производства и эксплуатации (заводские дефекты в виде заусенцев, внутренних раковин, эксплуатационные дефекты, дефекты при капитальном ремонте). В качестве основных причин МКЗ выделяют: разрушение витковой изоляции из-за длительных перегрузок и недостаточного охлаждения, понижение уровня масла, попадание

влаги или грязи внутрь, перенапряжения и деформации обмоток при МКЗ.

Признаками появления межвитковых замыканий в трансформаторе могут быть срабатывание газовой защиты на отключение, аномальный нагрев трансформаторного масла, небольшое увеличение первичного тока, различное сопротивление фаз постоянному току, срабатывание дифференциальной или максимальной токовой защиты.

Межвитковые замыкания в трансформаторах, в большинстве случаев, протекают по времени медленно. Поэтому для предотвращения серьезных поломок важно уметь выявлять замыкания на ранних стадиях, а в идеале еще и прогнозировать остаточный срок службы изоляции. Подобный метод диагностики позволит повысить надежность электроснабжения и сэкономить средства на ремонте оборудования.

Для второй группы повреждений наиболее характерными являются повреждения магнитопровода, связанные со следующими причинами: перегрев вихревыми токами или токами в короткозамкнутых контурах из-за повреждения

изоляции, соприкосновение со стальными крепежными болтами и шпильками, нарушение схемы заземления; влага в виде водомасляной эмульсии между пластинами, вызывающая коррозию стали; наличие посторонних токопроводящих частиц, замыкающих пластины, повреждение изоляции крепежных пластин и шпилек.

Признаками повреждения являются: ухудшение состояния масла (уменьшение температуры вспышки, повышение кислотности); увеличение потерь холостого хода; появление газа в газовом реле, потемнение масла вследствие крекинга-процесса, появление резкого запаха.

В качестве способов выявления повреждения магнитопровода выделяют: внешний осмотр при вынужденной активной части; увеличение потерь в опыте холостого хода; измерение напряжений между крайними пластинами возбужденного магнитопровода; хромотографический анализ масла; проверка изоляции стяжных болтов, шпилек или бандажей мегаомметром.

Температура – самое универсальное отражение состояния любого оборудования. При практически любом отличном от нормального режиме работы трансформатора изменение температуры является самым первым показателем, указывающим на неисправное состояние.

Тепловой метод контроля позволяет, не выводя из работы трансформатор, быстро и безопасно для персонала выявить ненормальный режим работы оборудования. Однако, для этого требуется наличие довольно дорогого оборудования – тепловизора или специального пирометра.

В журнале «Радио» [4] описан прибор, позволяющий определить короткозамкнутые витки в обмотках трансформаторов и дросселей. Описываемый прибор представляет собой генератор низких частот, собранный на двух транзисторах. Конструктивное выполнение схемы простое, что позволяет его собрать без больших материальных

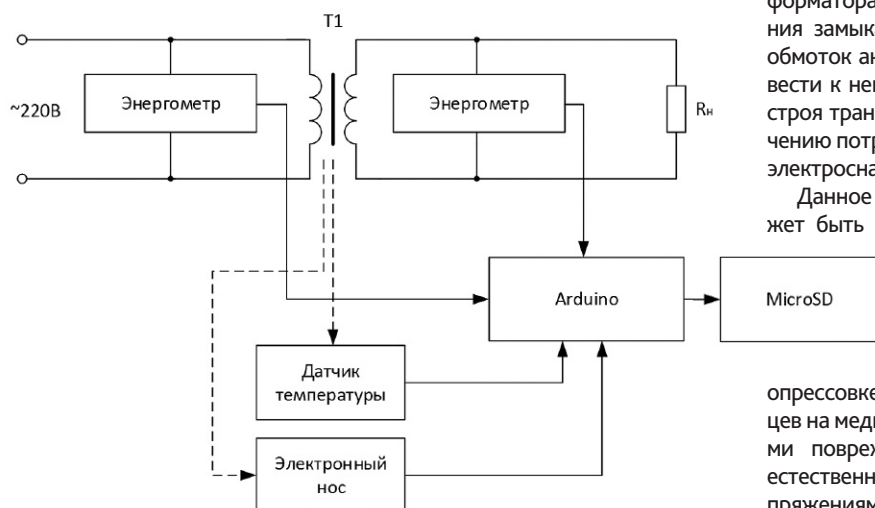


Рис. 1. Схема экспериментальной установки по исследованию МКЗ трансформатора

и временных затрат. Недостатком данного пробника является отсутствие возможности однозначного определения вида неисправности обмотки. Также отсутствует возможность отличить межвитковое замыкание от обрыва цепи.

В 7 номере журнала «Радио» за 1990 год [5] представлена электрическая схема пробника для проверки обмотки трансформаторов и других катушек индуктивностью от 200 мкГн до 2 Гн. Данная схема ненамного сложнее предыдущей. Она дает возможность однозначно определить вид неисправности – обрыв цепи или короткое замыкание.

Изменение тока намагничивания, коэффициента мощности и потерь холостого хода, дополнительные потери короткого замыкания или отличие сопротивлений обмоток трансформатора свидетельствуют о возможном появлении межвиткового замыкания. Измерение этих величин предполагает отключение нагрузки трансформатора, что нежелательно с экономической точки зрения.

Наличие короткозамкнутых витков можно определить индукционным методом. Этот метод основан на определении наличия электромагнитного поля вокруг короткозамкнутого витка, которое создается в нем индуктированным током короткого замыкания. В ряде электроремонтных пред-

приятий применяют комплект приборов системы Порозова. Прибор обнаруживает короткозамкнутые витки в обмотках любого диаметра и позволяет точно установить наличие и место замыкания. Однако, для выполнения данного вида диагностики требуется отключение и разборка трансформатора.

Таким образом, диагностика дефектов требует отключения трансформаторов, что представляется более затратным и менее оперативным. Поэтому применение датчиков, соответствующих параметрам трансформатора, для нейромодели позволит анализировать данные без отключения и указывать на ранней стадии наличие повреждений.

В силовых трансформаторах с масляным охлаждением межвитковое короткое замыкание обнаруживается по выделению горючего газа в газовом реле и работе реле на сигнал или отключение. В сухих транс-

форматорах вопрос определения замыкания между витками обмоток актуален и может привести к неплановому выходу из строя трансформатора и отключению потребителей от системы электроснабжения.

Данное повреждение может быть вызвано недостаточной изоляцией переходных соединений, продавливанием изоляции витков при опрессовке или из-за заусенцев на меди витка, механическими повреждениями изоляции, естественным износом, перенапряжениями, электродинамическими усилиями при коротких замыканиях и т.д.

По замкнутым накоротко виткам проходит ток большей силы, причем ток в фазе может лишь незначительно возрасти; изоляция витков быстро сгорает, могут выгорать сами витки, причем возможно разрушение и соседних витков. При развитии замыкания между витками обмоток может перейти в междоуздное короткое замыкание (КЗ).

Если число замкнутых витков значительно, то в короткий промежуток времени обмотки и магнитопровод сильно нагреваются. Замыкание между витками также сопровождается уменьшением сопротивления фазы, где возникло замыкание.

В качестве объекта исследования использовались однофазные трансформаторы малой мощности с воздушным охлаждением. В ходе экспериментов при изменяющейся нагрузке трансформатора выполнялось межвитковое замыкание различного числа витков на одной фазе первичной и вторичной об-

моток. Схема экспериментальной установки по исследованию МКЗ трансформатора представлена на рисунке 1.

Отслеживая в режиме реального времени возможные текущие сбои, можно снизить количество неплановых ремонтов и отказов указанного оборудования.

При проведении экспериментальных исследований были предусмотрены следующие мероприятия:

- МКЗ проводились в режиме реального времени на первичной и вторичной обмотках однофазного трансформатора с воздушным охлаждением;
- МКЗ выполнялось на двух-, пяти- и десяти витках;
- осуществлялась регистрация с помощью приборов и датчиков, внешний вид которых представлен на рисунке 2.
- В то же время проводился анализ информации с использованием следующих данных:
- напряжения и токи первичной и вторичной обмоток;
- активные, реактивные и полные мощности по высокой и низкой стороне трансформатора;
- анализировался состав окружающего воздуха на наличие частиц задымления от лака и бумажной изоляции с помощью устройства «электронный нос»;
- измерялась температура в зоне КЗ и на удалении 5 см от обмоток;
- проводилось осциллографирование и разложение по гармоникам кривых тока и напряжения;
- выполнено более 500 измерений при нормальном режиме работы и при межвитковом замыкании с интервалом в 1 секунду при 7 различных активных

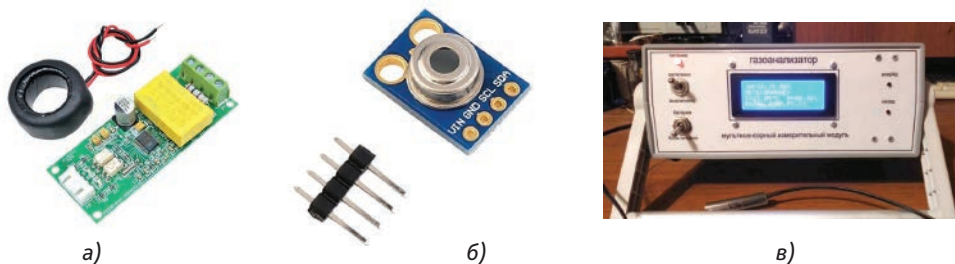


Рис. 2. Применяемое при эксперименте оборудование и приборы: а – энергетр PZEM; б – датчик температуры MLX90614ESF; в – электронный нос

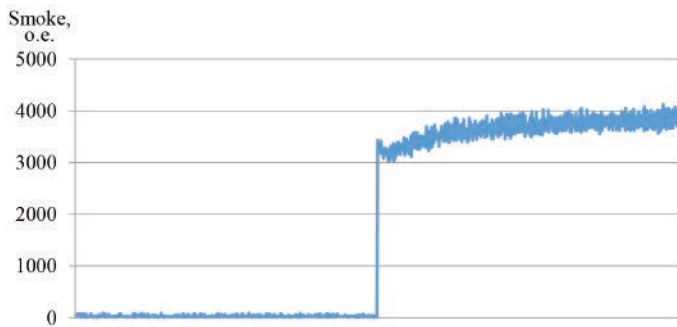


Рис. 3. График зависимости концентрации дыма при МКЗ

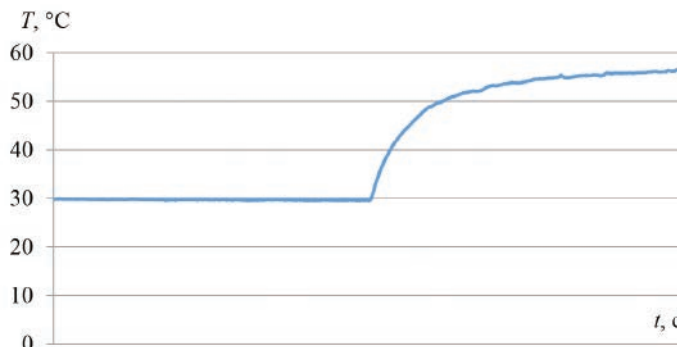


Рис. 4. График зависимости температуры при МКЗ

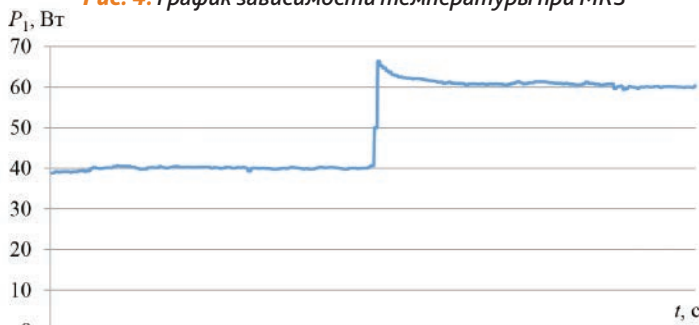


Рис. 5. График зависимости активной мощности при МКЗ

и активно-индуктивных нагрузках.

– Получаемые результаты приборного учета (рисунки 3, 4, 5) через аналогово-цифровой преобразователь поступали на вход в программу MATLAB в качестве исходных данных для нейромодели с целью ее обучения и анализа информации;

– с помощью RLC-метра определялись параметры обмоток трансформатора.

Нестабильность сетевого напряжения сильно влияет и на остальные параметры. Поэтому для минимизации данной нестабильности необходимо анализировать не каждый параметр по отдельности, а их отношения между первичной и вторичной обмотками, что несколько уменьшает зашумленность исходных данных приборного учета и позволяет более точно заметить МКЗ. В опыте межвит-

кового замыкания на первичной обмотке количество измерений намного меньше из-за очень быстрого роста температуры и, как следствие, из-за опасности вывода из строя обмотки трансформатора, чем при межвитковом замыкании на вторичной обмотке и нормальной работе.

На основании графиков отношений напряжений при межвитковом замыкании в первичной или вторичной обмотках можно сделать вывод о том, на какой из обмоток произошло межвитковое замыкание.

При МКЗ регистрируется (RLC-метром) значимое снижение индуктивности сразу первичной и вторичной обмоток, а также существенное увеличение активного сопротивления сердечника (из опыта холостого хода).

Отмечено, что в отличие от скачков сетевого напряжения

график потребления активной мощности при МКЗ имеет сложный характер. Он содержит минимум три составляющие экспоненты, которые учитывают индуктивности обмоток и сердечника.

Таким образом, для однофазного трансформатора с воздушным охлаждением броневым или стержневым сердечником и классом изоляции обмоток Y и A установлено, что наиболее значимыми исходными данными для нейромодели являются следующие:

- температура на поверхности обмоток (при МКЗ средний градиент температуры в зоне МКЗ составил около 35°C/мин.);
- отношение токов, напряжений и активных мощностей первичной и вторичной обмоток;
- состав окружающего воздуха на наличие частиц задымления от лака и бумажной изоляции.

Данные датчиков используются в качестве исходных данных для сверточных нейронных сетей. Самый популярный вариант их использования – это обработка и анализ изображений. В нашем случае они позволяют на основе информации, представленной в виде множества изменяющихся в реальном времени графиков (частично приведенных выше), анализировать данные. Такой вид использования данных позволяет установить множественные взаимосвязи между отдельными факторами и, применяя нормированные данные, использовать их для быстрой настройки к другим силовым трансформаторам.

Разработка математического инструментария диагностирования состояния трансформаторов позволит решить задачи 1) анализа процессов для настройки оборудования и аппаратов защиты от исследуемых неисправностей; 2) обучения сверточных нейронных сетей.

Математический инструментарий представлен в виде:

1. аналитических дифференциальных уравнений;
2. Т-образной схемы замещения.

1. Основной поток Φ , пронизывая первичную и вторичную обмотки, индуцирует в них пере-

менные ЭДС – e_1 и e_2 , пропорциональные, согласно закону электромагнитной индукции, числу витков w_1 и w_2 соответствующей обмотки и скорости изменения потока $d\Phi/dt$. Таким образом, мгновенные значения ЭДС, индуцированные в каждой обмотке, $e_1 = -w_1 d\Phi/dt$; $w_2 = -w_2 d\Phi/dt$.

При синусоидальном изменении этого потока для действующих значений этих ЭДС можно записать следующие выражения:

$$E_1 = 4,44 f w_1 \Phi_m = 4,44 f w_1 B_m Q_{cm}$$

$$E_2 = 4,44 f w_2 \Phi_m = 4,44 f w_2 B_m Q_{cm}$$

где f – частота тока в сети;
 w_1 и w_2 – число витков в первичной и вторичной обмотках;
 Φ_m – амплитудное значение основного магнитного потока в сердечнике;

B_m – амплитудное значение индукции в сердечнике магнитопровода;

Q_{cm} – площадь поперечного сечения сердечника.

Отношение ЭДС в первичной и вторичной обмотках называется коэффициентом трансформации трансформатора

$$k = E_1 / E_2 = w_1 / w_2.$$

Поток рассеяния первичной обмотки $\Phi_{\sigma 1}$ создает в ней ЭДС рассеяния, которая отстает от потока рассеяния на угол 90°. Так как поток рассеяния замыкается по воздуху, его значение прямо пропорционально току, создающему этот поток. Значит, для ЭДС рассеяния первичной обмотки можно записать следующее выражение в комплексной форме записи:

$$E_{\sigma 1} = -j x_1 I_1,$$

где x_1 – индуктивное сопротивление первичной обмотки;
 I_1 – ток первичной обмотки.

Если ко вторичной обмотке подключить нагрузку, то под воздействием ЭДС E_2 в ней протекает ток I_2 . Этот ток создает магнитный поток вторичной обмотки, который также состоит из двух частей. Большая его часть замыкается по сердечнику и направлена навстречу потоку, создаваемому в сердечнике первичной обмоткой, пытаясь его уменьшить. Меньшая часть потока вторичной обмотки, поток рассеяния этой обмотки $\Phi_{\sigma 2}$, замыкается во-

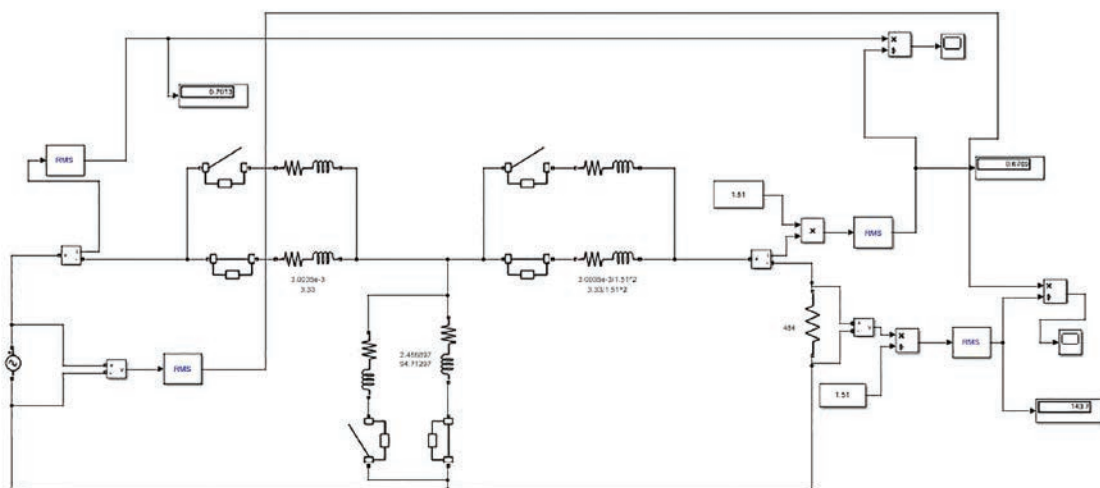


Рис. 6. Реализация МКЗ в программе Simulink на основе Т-образной схемы замещения

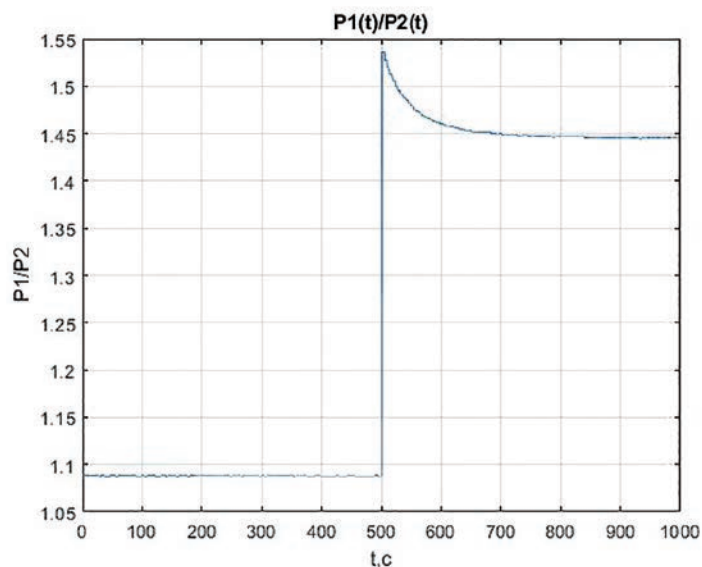


Рис. 7. Переходный процесс, полученный в математической модели

круг нее по воздуху. Этот поток создает ЭДС рассеяния $E_{\sigma 2}$ вторичной обмотки

$$E_{\sigma 2} = -j\chi_2 I_2,$$

где χ_2 – индуктивное сопротивление вторичной обмотки; I_2 – ток этой обмотки.

По второму закону Кирхгофа для первичной и вторичной цепей трансформатора можно записать следующие уравнения электрического состояния:

$$U_1 = -E_1 - E_{\sigma 1} + I_1 r_1;$$

$$U_2 = E_2 + E_{\sigma 2} - I_2 r_2,$$

где r_1 и r_2 – активное сопротивление первичной и вторичной обмотки.

Уравнения (1.4) и (1.5) можно переписать в следующем виде:

$$U_1 = -E_1 + I_1(r_1 + j\chi_1) = -E_1 + I_1 z_1;$$

$$U_2 = E_2 - I_2(r_2 + j\chi_2) = E_2 - I_2 z_2,$$

где z_1 и z_2 – полное сопротив-

ление первичной и вторичной обмотки, которые носят нелинейный динамический характер, соответствующий определенной неисправности.

Для магнитной цепи трансформатора можно записать уравнение магнитодвижущих сил (МДС) в следующем виде:

$$I_1 w_1 + I_2 w_2 = I_0 w_0,$$

где I_0 – намагничивающий ток, часть тока первичной обмотки, которая создает магнитный поток.

2. С помощью программы Simulink (рисунок 6) на основе Т-образной схемы замещения апробирован и верифицирован инструментальный анализ коротких замыканий обмоток и неисправностей магнитопровода для дальнейшего обучения сверточ-

ультаты расчетов менее чем на 1%, поэтому она не учитывалась.

Наибольшее изменение при межвитковых замыканиях присуще активному сопротивлению магнитопровода. Это связано с появлением замкнутого виткового контура вокруг участка магнитопровода, увеличивающего вихревые токи.

Характер переходного процесса полученной математической модели как по амплитуде и времени (рисунок 7), так и по нелинейному характеру зависимости совпадает с экспериментальными данными. Разработанная модель позволит сократить в дальнейшем время и финансовые затраты на эксперименты для других трансформаторов.

Результаты гармонического анализа при межвитковых замыканиях трансформаторов (таблица 1, рисунок 8) без нагрузки указывают на значимые изменения ряда гармоник.

С помощью пьезоэлемента (Piezzo-knock) измерялся уровень вибрации сердечников однофазных трансформаторов. Во время эксперимента изменялась степень затяжки болтов в креплении магнитопровода. Причем большое значение имеет правильное место установки датчика – наиболее значимо данный вид не-

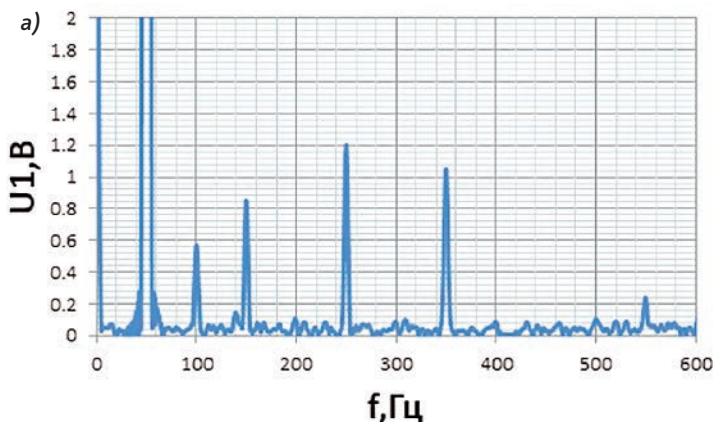
ных нейронных сетей. Данные представляются в графической форме и позволяют по паспортным данным трансформатора без экспериментальных исследований настроить нейронную сеть для нового трансформатора.

При замыкании ключа параллельных ветвей обмоток и магнитопровода с параметрами, соответствующими неисправностям, одновременно размыкаются ветви с параметрами, соответствующими номинальным данным.

Добавление емкостной составляющей обмоток, измеренной RLC-метром, изменяет ре-

Таблица 1. Наиболее характерные результаты гармонического анализа трансформаторов без нагрузки

№ гармоники	Без повреждений	Короткое замыкание витков первичной обмотки	Короткое замыкание витков вторичной обмотки
5-я	1		
7-я	1		
9-я	1	↑	
11-я	1		↑



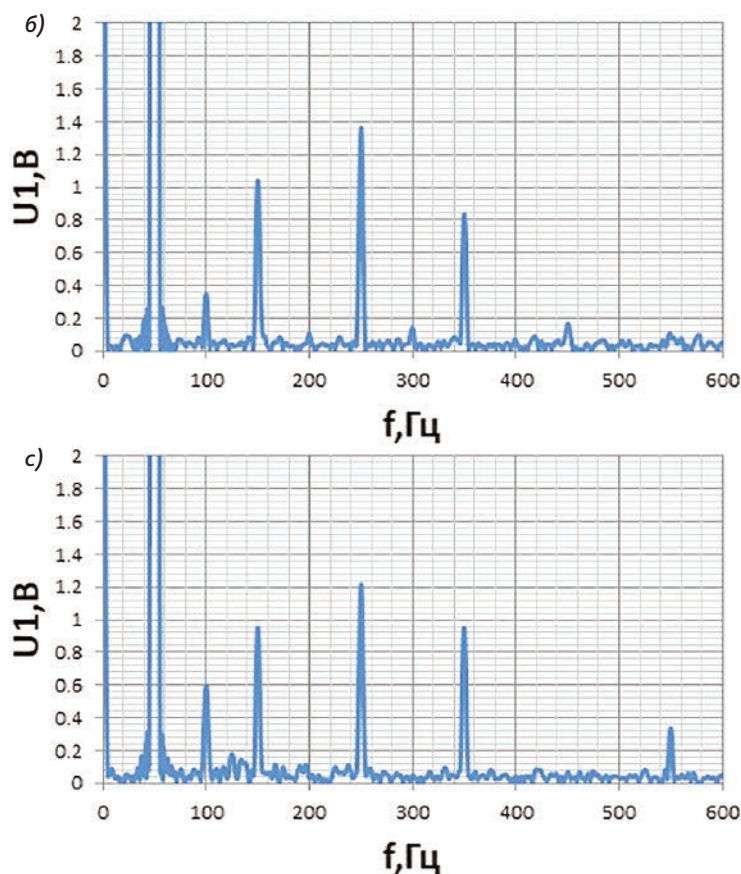


Рис. 8. Гармонические составляющие напряжения трансформатора без нагрузки:
а – нормальный режим работы;
б – короткое замыкание первичной обмотки;
в – короткое замыкание вторичной обмотки

Таблица 2. Результаты статистического анализа уровня вибрации

Крепление магнитопровода	Максимальное значение	Среднее значение	Среднее квадратическое отклонение
нормальное	23	11	4,92
ослабленное	35	18,8	10,1

Таблица 3. Результаты анализа с помощью датчика мутности воды и трансформаторных масел

Образец исследования	Объем выборки, изм.	Математическое ожидание, бит (В)	Стандартное (среднеквадратическое) отклонение
Вода	581	20,72	11,45
Чистое масло	1203	5,96	6,46
Использованное масло	1735	3,61	3,87
Масло после межвиткового замыкания	1385	1,51	2,4
Масло после «пожара» в стали магнитопровода	1545	2,54	2,17

исправности регистрировался в местах стыковки листов сердечника. Результаты исследований приведены в таблице 2.

С помощью датчика мутности выполнялось исследование

образцов трансформаторного масла с целью установления связи между коэффициентом прозрачности образца (единица измерения – мВ или биты) и видов неисправности транс-

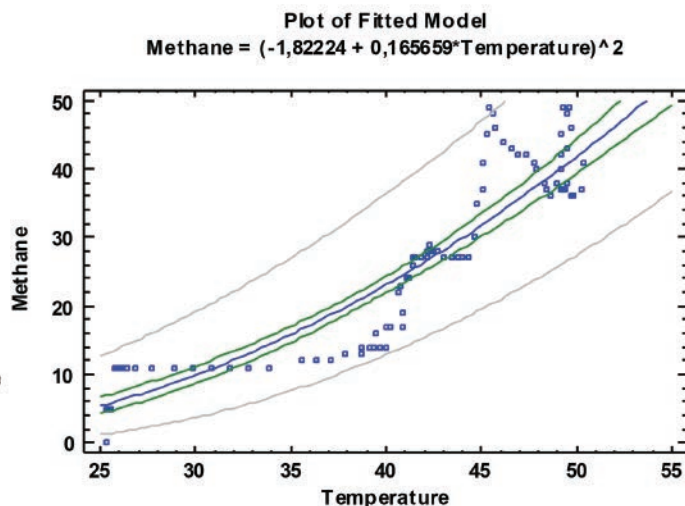


Рис. 9. Пример регрессионного анализа связи между температурой трансформаторного масла и концентрацией метана



Рис. 10. Пример применения нейронных сетей для обнаружения посторонних птиц и грызунов с помощью фотофиксации объектов

форматора. В ходе экспериментов установлено, что ухудшение прозрачности масла также однозначно свидетельствует о развитии определенной неисправности (таблица 3).

С помощью датчика МК-2 выполнялись исследования влияния температуры на концентрацию таких выделяемых газов, как lpg (нефтяной газ), водород, метан и дым. Единица измерения – ppm.

Регрессионный анализ связи между температурой трансфор-

маторного масла и концентрацией выделяемых газов выявил значимую связь ($R\text{-Squared} = 85,29\%$, $\alpha = 0,05$, $p\text{-value} = 0,99$, рисунок 9).

С помощью видеокамеры отслеживалась в режиме реального времени ситуация в трансформаторной подстанции на наличие посторонних – сигнал отправлялся при обнаружении на территории ТП и РП людей, грызущих млекопитающих и птиц (рисунок 10).

Training on single CPU.

Initializing input data normalization.

Epoch	Iteration	Time Elapsed (hh:mm:ss)	Mini-batch Accuracy	Mini-batch Loss	Base Learning Rate
1	1	00:00:00	38.28%	1.0837	0.0100
9	50	00:00:19	100.00%	0.0054	0.0100
17	100	00:00:38	100.00%	0.0027	0.0100
25	150	00:00:58	100.00%	0.0009	0.0100
30	180	00:01:09	100.00%	0.0008	0.0100

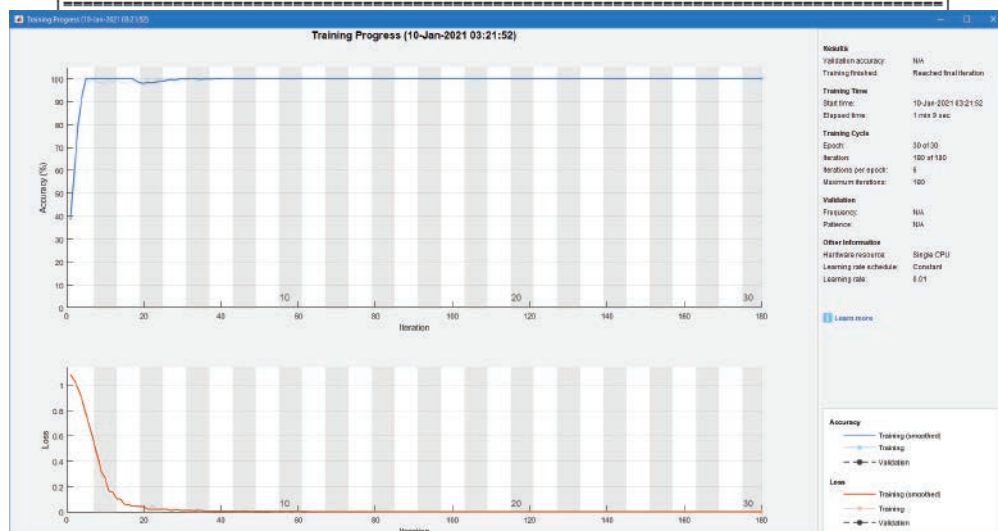


Рис. 11. Результаты применения сверточных нейронных сетей

На рисунке 11 приведен результат применения сверточных нейронных сетей, причем вероятность распознавания составила 99,9% (0 – сетевые скачки напряжения, 1 – короткое замыкание первичной обмотки, 2 – короткое замыкание вторичной обмотки, 3 – «пожар» в стали, 4 – ослабление креплений).

Заключение

Представленный в статье материал исследований позволяет достоверно определить возможности практического использования сверточных нейронных сетей в режиме реального времени и выявить их способность не только анализировать информацию, но и классифицировать

различные отклонения и диагностировать определенные виды дефектов. Такой подход позволяет достигать снижения неплановых отказов, заблаговременно определять и предупреждать развитие повреждения. В работе представлен системный анализ информации, позволяющий классифицировать такие повреждения, как: межвитковые замыкания, междуфазные короткие замыкания, дефекты межлистовой изоляции магнитопровода, местное замыкание пластин стали и «пожар» в стали.

Таким образом, применение разработанной системы нейромоделирования в диагностике систем обеспечения энергоснабжения позволит контролировать

состояние трансформаторов в режиме реального времени, не выводя трансформатор из работы, что является дополнительной эксплуатационной возможностью в обеспечении низкого уровня безаварийности, особенно при работе в паре с устройством, отпугивающим грызунов и птиц. Все это повысит эффективность соблюдения режимов бесперебойного электрообеспечения и позволит избежать значительных экономических и экологических издержек или реального ущерба для потребителей.

Затраты на внедрение данной технологии нейромоделирования относительно невелики (за счет, например, применения одноплат-

ных компьютеров), а эффективность ее применения будет существенной.

Литература

1. Шерьязов, С.К. Классификация факторов, влияющих на витковые замыкания в трансформаторах напряжением 6–10/0,4 кВ / С.К. Шерьязов, А.В. Пятков // Вестник КрасГАУ. – 2014. – №7. – с. 172–174.

2. Воробьев, В.Е. Прогнозирование срока службы электрических машин: Письменные лекции / В.Е. Воробьев, В.Я. Кучер. – Санкт-Петербург: СЗТУ, 2004. – 56 с.

3. Диагностика электрооборудования электрических станций и подстанций: учебное пособие / А.И. Хальсмаа [и др.]. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 64 с.

4. Кривонос, А.В. Определение короткозамкнутых витков в обмотках трансформаторов и дросселей / А.В. Кривонос // Радио. – 1968. – №4. – с. 56.

5. Паздников, И.Л. Определение короткозамкнутых витков в обмотках трансформаторов и дросселей / И.Л. Паздников // Радио. – 1990. – №7. – с. 68–69.

6. Пехота, А.Н. Диагностирование межвитковых коротких замыканий трансформаторов с помощью комплексного анализа данных приборного учета / А.Н. Пехота, В.Н. Галушко, И.Л. Громыко // Энергоэффективность: ежемесячный науч.-практ. журнал. – 2021. – №2. – с. 24–28.

7. Галушко, В.Н. Надежность электроустановок и энергетических систем: учебно-методическое пособие / В.Н. Галушко, С.Г. Додолев // Министерство образования Респ. Беларусь. – Гомель: БелГУТ, 2014. – 154 с. ■

Статья поступила в редакцию 22.06.2021

Энергосмесь

Новогрудской ветроэнергетической станции исполнилось 5 лет

Первая ветроустановка под Новогрудком была построена в 2011 году. Затем РУП «Гродноэнерго» построило на Новогрудской возвышенности и ввело в эксплуатацию пять новых ветроустановок суммарной мощностью 7,5 МВт. В июне 2016 года государственная комиссия подписала акт ввода в постоянную эксплуатацию Новогрудской ветроэлектростанции. С учетом по-

строенного ранее ветряка общая мощность генерирующего оборудования достигла 9 МВт. Новогрудская станция стала первой промышленной ветроэлектрической станцией в Беларуси.

За 5 лет эксплуатации ветроэлектростанция выработала 110,5 млн кВт·ч. Заявленная выработка электроэнергии позволила сэкономить 33,8 тыс. тонн условного топлива,

или заместить более 29,4 млн куб. м газа, сократив при этом выбросы вредных веществ более чем на 89 тонн и углекислого газа на 58 тыс. тонн. Годовой выработки электроэнергии Новогрудской ветроэлектростанции достаточно для обеспечения годового электропотребления населения Новогрудка (30 тыс. человек). ■

energo.by

**XXV БЕЛОРУССКИЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ И
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРУМ**

ENERGY EXPO

energyexpo.by

Специализированные
выставки



oil & gas
technologies



ATOMEXPO
Belarus

exp--light



water & air
technologies



eCity

**В online-формате:
июнь-декабрь 2021г**

12-15 октября

Минск
Беларусь **2021**

пр. Победителей 20/2 (Футбольный манеж)





ЛУЧШЕ ПРОВЕСТИ СОВЕТ

50% субсидия

Предварительная стоимость энергосберегающих мероприятий для стандартной 2-х комнатной

ПОЛНАЯ стоимость - 9 600
Стоимость для населения с 30% - 9 600 руб. x 0,5 = 4 800
ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ платеж при РАС - 9 800 руб. - 10 лет - 12 кв

БОЛЕЕ ТОЧНАЯ БУДЕТ СПРЕДИАУДИТА



Дано:

- период отчисления - 20 лет
- сумма отчисления на квадратный метр - 5,42 руб.
- без учета затрат на капитальный ремонт
- сумма отчисления на квадратный метр - 5,42 руб. x 12 мес. x 20 лет = 1300,80 руб.

подъезд 1 1999 г.

- Терморегуляторы
- Утепленный фасад

подъезд 2 2005-2006 г.

- Терморегуляторы
- Распределители тепловой энергии
- Утепленный фасад

2017 г.

- Распределители тепловой энергии

БЕЗНАЛИЧНУЮ ЖИЛИЩНУЮ СУБСИДИЮ

Пример

- собственный доход семьи из 2 человек - 680
- 20% от общего дохода семьи - 136 руб.
- размер капитальных платежей за коммунальные услуги - 11
- допустим, возмещение затрат на энергосберегающие мероприятия - 40 руб.
- 116 руб. + 40 руб. = 156 руб.
- Значит, семья получит субсидию в размере: 156 руб. - 136 руб. = 20 руб.

СУБСИДИЯ ЕСТЬ СУБСИДИИ НЕТ

