АВТОМАТИЗАЦИЯ & IT в энергетике

ежемесячный отраслевой научно-производственный журнал

№ 12 (89)

декабрь 2016

ISSN 2410-4043

Выявление места повреждения силового трансформатора методами машинного обучения 5

Интеллектуальные измерения с компанией «Энергомера» – верное решение! 10

Автоматизированная система управления автономным энергоснабжением 12

ISaGRAF 6 и поддержка работы ПЛК в режиме реального времени: некоторые конкретные примеры 18

Непроцедурный язык программирования – теоретическая и практическая основа программного обеспечения «САРГОН» 26

Задача поиска ОЗЗ в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью 38

МАИ представляет мобильный комплекс оперативного мониторинга ЛЭП на базе беспилотного летательного аппарата нового поколения 42

Надежность техпроцесса в информационном мире 50

Интервью Вице-президента по энергетическому сектору, перерабатывающей промышленности и коммунальным предприятиям Dassault Systèmes Тома ГРАНА (Thomas GRAND) и заместителя директора по системной инженерии и ИТ Группы компаний АСЭ («Росатом») Лавла БРУКА 64

9 772410 404006 >

ТЕХНОЛИНК

МЫ С ВАМИ
20 ЛЕТ

Автоматизация производства
АСУТП, АСАК, MES, LIMS
Проектирование, ввод в действие
Поставка оборудования
Обучение специалистов

1996 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 **2016** 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 **2036** 37 38

Россия, 198097, г. Санкт-Петербург,
ул. Трефолева, д. 2БН
тел/факс: +7 (812) 331-58-30

Россия, 115551, г. Москва,
Шипиловский пр., д. 47
тел/факс: +7 (495) 343-43-88

Россия, 623281, Свердловская обл.,
г. Ревда, ул. Клубная, д. 8
тел/факс: +7 (343) 204-74-78

www.technolink.spb.ru

Отраслевой научно-производственный журнал “Автоматизация и IT в энергетике”
Свидетельство Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзора) ПИ №ФС77-44434 от 31 марта 2011 г.
Лицензионный договор № 315-05/2015 от 19.05.2015 – включение издания в РИНЦ, подписка,открытый доступ

Учредитель-издатель
ООО “ИД “АВИТ-ТЭК” г. Москва
Генеральный директор Егоров А.А.

Председатель редакционной коллегии
Оклей Павел Иванович, Член правления – руководитель блока производственной деятельности ОАО “ИНТЕР РАО ЕЭС”

Редакционная коллегия:
Егоров А.А., к.т.н., профессор АВН РФ, Главный редактор журнала
Гордиенко В.М., к.т.н., доцент, зам. генерального директора по техническому надзору ОАО “Россети”, Заслуженный энергетик РФ
Горностаев А.Н., Генеральный директор “ТехЭксперго-Каскад”, член-корреспондент РИА, Почетный энергетик РФ
Ицкович Э.Л., д.т.н., профессор ИПУ РАН
Корнеева А.И., к.т.н.
Кучеренко В.И., к.т.н., Зам. Генерального директора “МРСК Волга”
Менделевич В.А., к.ф.м.н., Генеральный директор “НВТ-Автоматика”, г. Москва
Непомнящий Ю.В., Зам. Главного инженера “МОЭСК”
Очков В.Ф., д.т.н., профессор Национального исследовательского университета “МЭИ”, заслуженный работник ЕЭС России
Павлова Н.В., д.т.н., профессор, МАИ (национальный исследовательский университет)
Панков Д.Л., Директор по стратегиям, развитию и инновациям ОАО “Российские сети”
Сердюков О.В., к.т.н., ст. научный сотрудник ИАиЭ СО РАН
Сеу С.И., Генеральный директор ООО “ИЦ “Энергоаудитконтроль”, член совета директоров ОАО “НИИАС”, член совета некоммерческого партнерства “Энергострой”
Силин В.И., Техничесий директор ЗАО “ЭФЭСк”
Синенко О.В., д.т.н., действительный член АИН РФ, Генеральный директор “РТСофт”
Соколов Н.Н., академик РАЕН, д.ф.м.н., профессор, Ректор Международной Геологоразведочной Академии
Султанов Г.А., д.т.н., профессор, Зав. кафедрой “Применение электрической энергии” Кубанского государственного аграрного университета
Тодирка С.Н., Зам. директора – главный инженер Московских кабельных сетей
Хузмиев И.К., д.т.н., д.э.н, профессор, член корр. АЭН РФ
Черемисин В.В., д.т.н., Директор “Таврида Электрик Омск”
Шерман В.С., к.т.н.

Главный редактор
к.т.н., профессор АВН РФ Егоров А.А.
E-mail: egorov@avite.ru
Первый зам. Главного редактора
Паппэ Г.Е.
E-mail: pappe@avite.ru
Зам. Главного редактора
Другова Л.З.
E-mail: drugova@avite.ru

Адрес редакции:
119002, г. Москва, Калошин переулок, д. 2/24, офис 19 (м. Смоленская)
Тел. (495) 221-09-38
E-mail: info@avite.ru http://www.avite.ru

Тираж: 6000 экз.

Редакция не несет ответственности за достоверность рекламных материалов. Точка зрения авторов может не совпадать с точкой зрения редакции.

Перепечатка, копирование материалов, опубликованных в журнале “Автоматизация и IT в энергетике”, допускается только со ссылкой на издание.

В день энергетика вам слава,
Вы Прометеи наших дней,
Гордится вами вся держава,
И нет профессии важней.
В сетях пусть будет напряжение,
Гудят под током провода,
Здоровья, новых достижений
И эффективного труда!

А. Степанова

Уважаемые коллеги!

День энергетика в 2016 году отмечается в России 22 декабря, в самый короткий световой день. В этом году отмечается полувековой юбилей праздника энергетиков.

Ежегодное потребление электрической и тепловой энергии в России очень велико. В современном мире без энергии немыслимо ни одно производство, работа ни одного предприятия и даже офиса. Обычный день человека нельзя представить без потребления энергии! Поэтому работа энергетиков так важна и необходима для современного мира. Их труд обеспечивает электричеством и теплом миллионы человек круглый год. День энергетика – это один из самых светлых, в прямом смысле этого слова, праздников Российской Федерации. Труд этих людей невозможно переоценить для благополучия государства. Без сомнения, энергетическая отрасль – движущая сила отечественной экономики. Поэтому в энергетике всегда работали и работают грамотные, профессиональные, высококвалифицированные специалисты, пользующиеся заслуженным уважением коллег и высоким общественным авторитетом. Праздник отмечают все те, кто имеет отношение к энергетической сфере: сотрудники Теплоэлектроцентралей (ТЭЦ), гидрогенерирующих компаний, сетевых компаний, атомных станций, ученые, инженеры, монтажники, ремонтники, обслуживающий и вспомогательный персонал. К ним присоединяются преподаватели, студенты, выпускники профильных учебных заведений, жители населенных пунктов, для которых производство и распределение энергии является градообразующей отраслью. Но дата эта была выбрана вовсе не потому, что в самый короткий световой день года труд энергетиков как нельзя более востребован, а по другой причине.

Впервые праздник прошел 22 декабря 1966 года, после издания соответствующего Указа Президиума Верховного Совета СССР. Дата была приурочена к утверждению Государственного плана электрификации России (ГОЭЛРО) на VIII Всероссийском съезде Советов 1920 года. На этом съезде был принят Государственный план электрификации России (ГОЭЛРО). Принятие этого плана, который разрабатывала Государственная комиссия по электрификации страны, созданная за год до этого, и стало началом электрификации России. План ГОЭЛРО был рассчитан на 10-15 лет и предусматривал коренную реконструкцию народного хозяйства на базе электрификации. Его основной целью была электрификация даже самых отдаленных и труднодоступных уголков нашей необъятной страны. Надо сказать, что план ГОЭРЛО был полностью выполнен даже с небольшим опережением: уже к началу 30-х годов подавляющее большинство населенных пунктов СССР было электрифицировано. В рамках реализации этого плана были построены крупные предприятия, сооружены 30 районных электростанций, в том числе десять ГЭС, общей мощностью 1,75 миллиона киловатт и годовой выработкой 8,8 млрд киловатт. К 1931 году план в основном был выполнен. После распада СССР ЕЭС России осталась крупнейшим в мире объединением и занимает второе место после США. Она включает 72 региональные системы, в составе которых работают свыше 700 станций мощностью 205 млн киловатт. В 1992 году было создано Российское акционерное общество “Единая энергетическая система России” – РАО “ЕЭС России”. Компании холдинга обеспечивали до 70 процентов выработки электроэнергии и около трети отпуска тепла в России, а также контролировали 72 процента генерирующих мощностей и 96 процентов общей протяженности магистральных линий электропередачи страны. После реформирования электроэнергетики (2002-2008 годы) РАО “ЕЭС” было ликвидировано. На её месте возникли государственные естественно-монопольные компании, а также приватизированные генерирующие и сбытовые компании. А в честь исторического события 1920 года в России установлен профессиональный праздник работников этой отрасли – День энергетика.

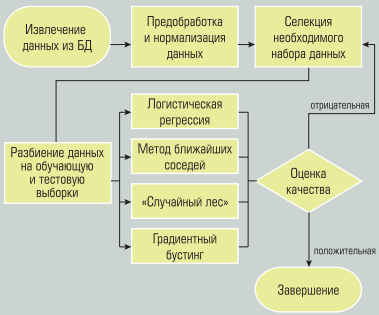
ЕЭС России по величине занимает в мире второе место после США. На сегодняшний день, в ее состав входит более 80 систем, действующих во всех регионах страны. Можно с уверенностью сказать, что День энергетика – праздник миллионов людей, занятых в энергетической отрасли. Это специалисты, разрабатывающие и обслуживающие энергетические системы, ученые, техники, инженеры и люди многих других специальностей. Люди, которые каждый день заботятся о том, чтобы в наших домах всегда были свет и тепло.

Хотя этот праздник в России не является официальным выходным днем, и многие энергетики в этот день продолжают нести свою службу, вся страна отмечает праздник торжественно и на правительственном уровне, и в трудовых коллективах. Проходят концерты, собрания, лучших работников сферы энергетики и ветеранов энергетики награждают ценными подарками и грамотами. Также стало доброй традицией проводить в этот день митинги и акции, посвященные новым, альтернативным источникам энергии и защите окружающей среды. Надо сказать, что 22 декабря День энергетика отмечается не только в России, но и в других постсоветских странах: в Казахстане, Украине, Кыргызстане, Армении и Беларуси.

Позвольте в этот праздничный день от всей души пожелать вам стабильности и дальнейшей плодотворной работы, света и тепла в душе, мира в семье и уюта в доме. И, конечно же, здоровья и благополучия вам и вашим близким.

С уважением, главный редактор журнала – канд. техн. наук, профессор АВН РФ Александр Егоров

СОДЕРЖАНИЕ



5 *Алгоритм работы с данными*

10 *Умный учет энергоресурсов (однофазные счетчики электроэнергии CE 208 и трехфазные счетчики электроэнергии CE 308*

12 *Блок-схема жилого дома с автономным энергоснабжением*

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ (СА) В ЭНЕРГЕТИКЕ

Применение методов искусственного интеллекта в энергетике

5 К.В. ОВЧИННИКОВ
(Уральский Федеральный Университет, г. Екатеринбург)
Выявление места повреждения силового трансформатора методами машинного обучения

Интеллектуальная энергетика

10 Е.В. КИРЕЕВА, А.Г. БЕНДА
(Компания «Энергомера»)
Интеллектуальные измерения с компанией «Энергомера» – верное решение!

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

Автоматизированные системы диспетчерского и технологического управления

12 А.Я. ДЖУМАЕВ
(Государственный энергетический институт Туркменистана),
Э.Д. КАДЫРОВ
(ООО «ПСК «ИнжПром»)
Автоматизированная система управления автономным энергоснабжением

Промышленные контроллеры в энергетике

18 С.В. ЗОЛОТАРЕВ
(Компания «ФИОРД»)
ISaGRAF 6 и поддержка работы ПЛК в режиме реального времени: некоторые конкретные примеры

26 В.А. МЕНДЕЛЕВИЧ
(ООО «НТЦ НВТ-Автоматика»)
Непроцедурный язык программирования – теоретическая и практическая основа программного обеспечения «САРГОН»

Измерители и регуляторы

38 А.С. КАРТАШЕВ (МНПП АНТРАКС),
А.А. РУКАВИЦЫН (ФГУП СКБ ИРЭ РАН),
А.А. КУЧЕРЯВЕНКОВ
(ИРЭ РАН им. В.А. Котельникова)
Задача поиска ОЗЗ в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью

БПЛА и спутниковые технологии на службе у компаний энергетического комплекса

42 А.А. ЕГОРОВ, Д.А. СУРКОВ, Н.М. ВАСИЛЬЕВ (МАИ)
МАИ представляет мобильный комплекс оперативного мониторинга ЛЭП на базе беспилотного летательного аппарата нового поколения

НАДЕЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Информационная безопасность

50 Е.Л. ГЕНГРИНОВИЧ (ООО «АйТиДи Системс»)
Надежность техпроцесса в информационном мире

ХРОНИКА И НОВОСТИ

54 RUGRIDS-ELECTRO – главное отраслевое событие года. Итоги-2016

56 14-ая выставка и конференция POWER-GEN Russia: итоги

57 Итоги 13-ой Международной выставки «Силовая Электроника»

58 Конференция «Встраиваемые Технологии 2016. Индустриальный Интернет Вещей»

60 «Автоматизация 2016» и «Промышленная электротехника и приводы»

61 Подведены итоги XVI Международной специализированной выставки «Передовые Технологии Автоматизации. ПТА-2016»

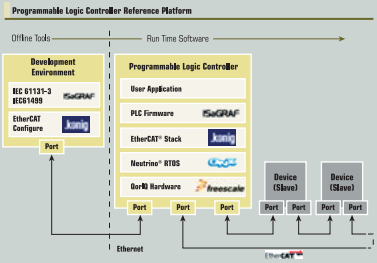
РАЗНОЕ

Профессионалы отвечают

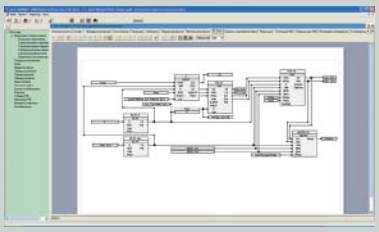
64 Интервью Вице-президента по энергетическому сектору, перерабатывающей промышленности и коммунальным предприятиям Dassault Systèmes Тома ГРАНА (Thomas GRAND) и заместителя директора по системной инженерии и ИТ Группы компаний АСЭ («Росатом») Павла БРУКА Главному редактору журнала «Автоматизация и IT в энергетике» Александру ЕГОРОВУ

Изодром мудрости

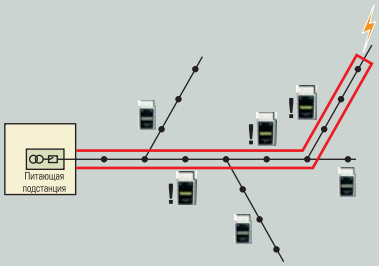
72 Энергетики шутят
Подборка А. ЕГОРОВА



18 *Структура эталонной платформы EtherCAT на основе ISaGRAF 6 и QNX Neutrino*



26 *Регулятор уровня конденсата в конденсаторе*



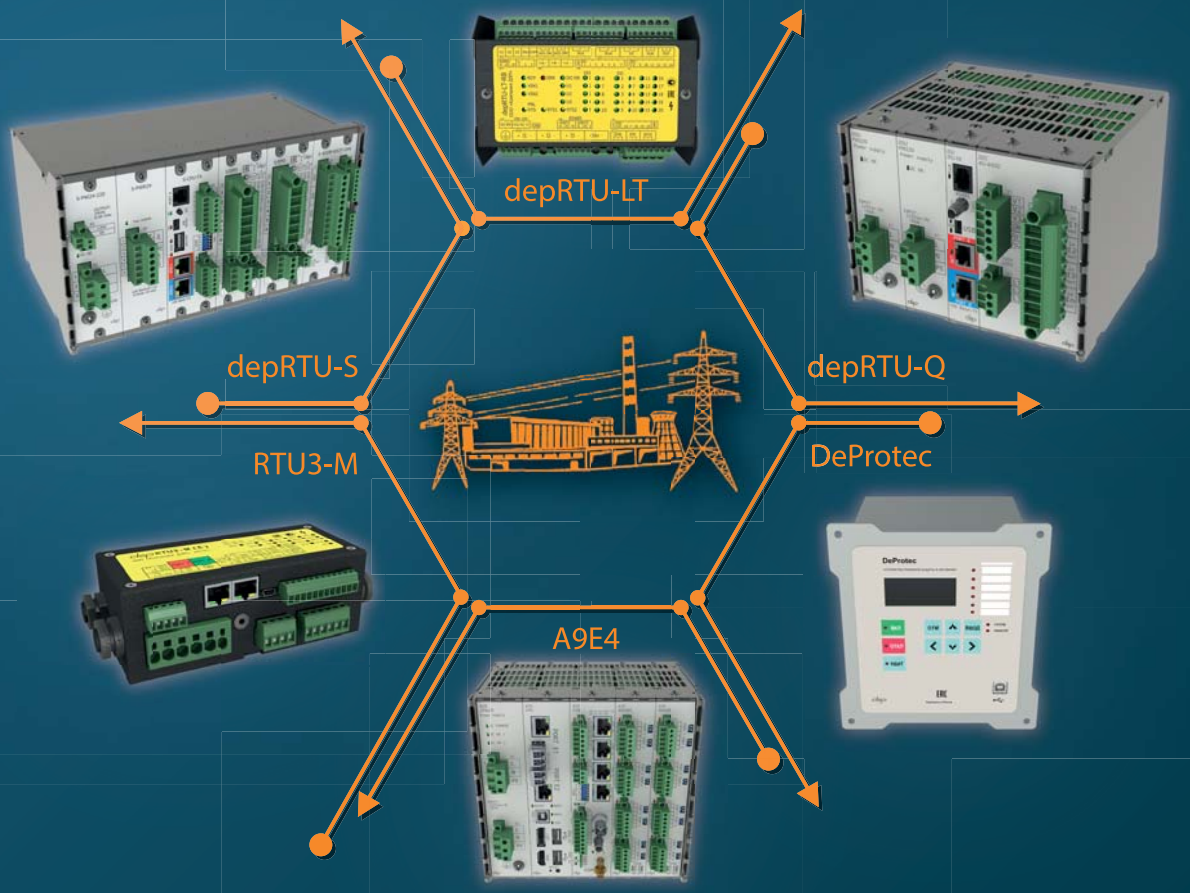
38 *Принцип определения места повреждения с применением указателей повреждённого участка*

42 *БПЛА гибридной схемы "СВВ-02"*

Компания ДЭП

Системы и средства промышленной автоматизации

Комплексное решение для цифровой подстаниции



- Полнофункциональный удаленный контроль и управление коммутационными аппаратами 0,4 кВ в ТП(РТП) с диспетчерского пункта
- Поддержка современных телемеханических протоколов, в том числе: IEC 60870-5-104, Modbus-TCP, IEC 60870-5-101 и Modbus-RTU
- Технический учет электроэнергии по лучам 0,4 кВ ТП(РТП) с архивированием на диспетчерском пункте
- Удаленное восстановление схемы 0,4 кВ после срабатывания АВР без выезда оперативно-выездной бригады
- Бесперебойная работа благодаря встроенному необслуживаемому источнику бесперебойного питания

г. Москва, ул.Подольских курсантов, д.3, стр.8

+7 (495) 955-00-12
www.dep.ru

ВЫЯВЛЕНИЕ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

К.В. ОВЧИННИКОВ
(Уральский Федеральный Университет, г. Екатеринбург)

В статье рассматривается возможность применения методов машинного обучения для локализации дефектов трансформатора. Сравниваются 4 различных метода – ближайших соседей, логистической регрессии, градиентного бустинга над решающими деревьями и “случайный лес”. Все данные методы реализованы в модуле scikit-learn, написанном на языке программирования Python. В статье также показана текущая точность классификации с помощью данных методов при использовании различных исходных наборов признаков, а также влияние отдельных признаков на изменение точности классификации.

Ключевые слова: *машинное обучение, силовые трансформаторы, диагностика, локализация дефекта.*

1. ВВЕДЕНИЕ

Сегодня объём данных в различных областях знаний, накопленный человечеством, становится настолько большим, что без использования специальных алгоритмов анализа найти новые закономерности в данных крайне проблематично. Это утверждение справедливо и для сферы диагностики силовых трансформаторов. С каждым годом в инфомационно-диагностических, экспертных системах, базах данных сетевых организаций, ремонтных организаций и заводов-изготовителей трансформаторов накапливается всё больше данных, полученных в результате плановых и внеплановых измерений, работы систем он-лайн мониторинга.

Для решения проблем анализа больших объемов данных в последние годы всё чаще используют различные методы машинного обучения. В частности, в области диагностики трансформаторно-реакторного оборудования такие исследования проводятся различными группами учёных и инженеров [1-3].

В тоже время многие инженеры-диагносты признают, что до сих пор диагностика трансформаторов не является формализованным набором строгих правил, выполнение которых обязательно приведёт к постановке верного диагноза. Напротив – это, в некоторой степени, творческий процесс, в котором большую роль играют опыт, внимание к деталям, умение находить не всегда очевидные взаимосвязи между различными событиями при эксплуатации трансформатора и интуиция инженера. Между тем, трансформаторы являются одними из наиболее дорогостоящих узлов в энергосети и потому точная оценка их технического состояния, а также его прогнозирование, является задачей, актуальность которой не снизится до тех пор, пока будут существовать электрические сети.

Таким образом, создание системы, в которой реализованы принципы машинного обучения, диагностические способности которой непрестанно бы улучшались с увеличением объёма накопленных данных, является интереснейшей задачей, решение которой способно существенно облегчить процесс диагностирования состояния трансформаторов.

2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Сейчас практически нет проблемы с определением характера дефекта в трансформаторе – совокупность методов интерпретации результатов АРГ позволяет в подавляющем большинстве случаев однозначно ответить на этот вопрос. Однако нерешенным остаётся вопрос определения места повреждения внутри трансформатора без его вскрытия – операции затратной как в технологическом плане, так и в финансовом. Попытке решить эту задачу и посвящена статья.

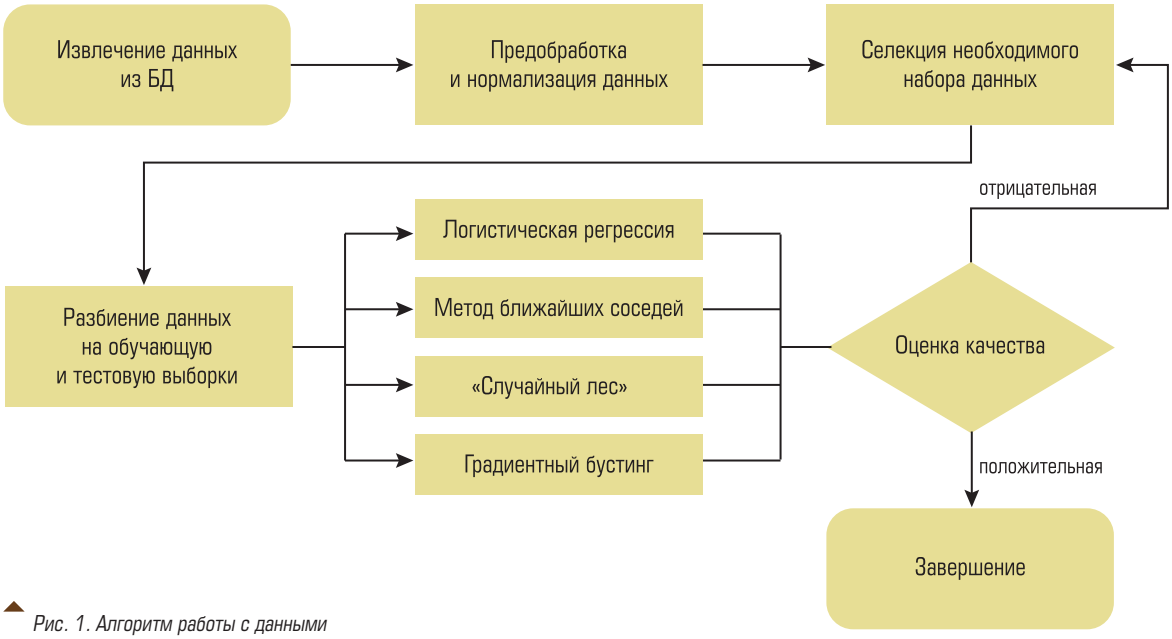


Рис. 1. Алгоритм работы с данными

3. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

В распоряжении автора имеется база данных, содержащая хорошо описанные повреждения трансформаторов (примерно 350 случаев). Источник – экспертно-диагностическая и информационная система (ЭДИС) “Альбатрос”. Охват данной системы – более 400 рабочих мест на десятках предприятий (сетевые компании, заводы-изготовители трансформаторов, ремонтные предприятия и т.д.) по всей России. Данные накапливались в течение 20 лет эксплуатации системы. Для каждого повреждения полностью или частично известны пред- и поставарийные результаты: анализ растворённых в масле газов (АРГ), расширенный физико-химический анализ (ФХА) масла, значения омического сопротивления, характеристик изоляции, потерь и тока в опыте XX при малом напряжении, сопротивления короткого замыкания, а также история изменения этих анализов во времени. Вся эта информация собрана в формализованных актах описания повреждений [4], что позволило значительно облегчить работу при подготовке данных к анализу.

На рис. 1 приведён алгоритм работы с данными, описывающими состояние трансформатора с момента их извлечения из базы данных (БД) ЭДИС “Альбатрос” и до момента оценки качества работы различных методов машинного обучения для решения поставленной задачи классификации.

4. ПРИМЕНЯЕМЫЕ МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Поскольку задача выявления места повреждения является задачей классификации (каждому случаю необходимо поставить в соответствие наиболее вероятное место возникновения дефекта из заранее известного ряда), то применялись указанные ниже 4 метода. Использование сразу нескольких методов позволяет оперативно, буквально “на лету” проводить сравнение результатов их работы и определять наиболее сложные для классификации случаи – то есть те случаи, результаты по которым разнятся для различных методов.

Метод логистической регрессии – это линейный классификатор. Идея, лежащая в основе данного метода, заключается в возможности разбиения пространства признаков линейной границей(ами) (для пространства двух признаков – прямая, для трёх – плоскость и т.д.), разделяющей(ими) это пространство на области, соответствующие классам. Его преимущество перед другими методами классификации заключается в возможности оценивать вероятность попадания объекта в каждый из классов [5-7].

Метод ближайших соседей относит объект к тому классу, к которому принадлежит большинство из его соседей. При этом учитывается расстояние до каждого из соседей: чем оно больше, тем меньшее влияние оказывает сосед на определение класса принадлежности рассматриваемого объекта [5-7].

Метод "случайный лес" объединяет некоторое количество решающих деревьев в одну композицию. При этом деревья, строятся независимо друг от друга. Для каждого дерева используются не все известные признаки, а только их подмножество. Ограничение на глубину деревьев отсутствует. Результирующий класс объекта в данном методе определяется "голосованием" всех деревьев [5-8].

Метод градиентного бустинга над решающими деревьями, как и предыдущий, является композицией отдельных решающих деревьев. Однако здесь глубина деревьев ограничена (поэтому такие деревья по отдельности крайне неэффективны) и каждое последующее дерево улучшает алгоритм в целом, исправляет ошибки уже имеющиеся в композиции. Каждое дерево в этом случае получает свой весовой коэффициент. Процесс увеличения числа деревьев заканчивается тогда, когда качество классификации перестаёт возрастать [6-8].

Для обучения алгоритмов исходная выборка (350 повреждений СТ) несколько раз произвольным образом разбивалась в соотношении 4 к 1 на обучающую и тестовую подвыборки соответственно. Сначала каждый из алгоритмов проходил обучение на обучающей выборке с известными ответами. Далее его эффективность проверялась на тестовой выборке, путем сравнения полученного результата (места повреждения) с заранее известными ответами. Очевидно, что чем выше доля совпадений, тем лучше алгоритм справляется с поставленной задачей.

Классификация проводится между 4-мя классами, представляющими повреждения в обмотках трансформатора, РПН, магнитопроводе и главной изоляции.

Добавлю также, что описанный выше процесс для каждого алгоритма и каждого набора признаков проводился многократно, на зафиксированном наборе разбиений общей выборки на обучающую и тестовую. Таким образом, каждый из методов классификации обучался на одинаковых выборках, т.е. находился в одинаковых условиях. В то же время итоговое качество разделения тестовой выборки на классы (места повреждения) рассчитывалось усреднением всех результатов классификаций на исходном наборе разбиений. Такой подход называется кросс-валидацией и реализован в используемом программном обеспечении.

Все указанные выше методы реализованы в модуле scikit-learn [9], написанном на языке программирования python. Поскольку данный модуль широко применяется при анализе данных многими разработчиками и инженерами по всему мира и его исходные коды открыты, можно быть в большей степени уверенным, что он не содержит ошибок в реализациях описанных выше алгоритмов.

Каждый из используемых алгоритмов представлен в виде отдельного класса данного модуля, имеющего ряд настраиваемых параметров.

5. ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

При проведении данной работы автор использовал различные наборы признаков. Точкой отсчёта послужил набор из семи признаков – мер превышения концентраций в масле водорода, метана, этана, этилена, ацетилена, оксида и диоксида углерода над регламентированными значениями. Причем, в качестве этих значений были использованы критерии оценки АРГ базы знаний ЭДИС, которые дифференцированы по конструктивным особенностям СТ (классу напряжения, виду защиты и марке масла) и сроку его эксплуатации.

Затем к признакам поочерёдно были добавлены результаты оценки омического сопротивления и потерь холостого хода экспертной системой, а также срок наработки трансформатора. Попытка ввести категориальные признаки, описывающие класс напряжения трансформатора и его мощность не привела к росту точности, однако сильно увеличила размерность модели. Поэтому от этих признаков было принято решение отказаться.

Все признаки проходили предобработку и приводились к дискретному виду. Так, например, срок наработки, в зависимости от своей продолжительности, кодировался числами от 0 до 3, как и диагноз, выдаваемый ЭДИС при оценке результатов измерения потерь холостого хода. Диагноз же по итогам измерения омического сопротивления обмоток бинаризовался. Предобработка признаков позволила увеличить точность классификации.

В таблице 1 приведены результаты классификации дефектов трансформатора по 4 классам, соответствующим повреждениям в обмотках, РПН, магнитопроводе и главной изоляции.

Таблица 1. Точность результатов классификации в зависимости от набора используемых признаков

Метод классификации	Точность результатов классификации при соответствующем наборе признаков, %				
	АРГ	АРГ + результаты ХХ	АРГ + результаты замера $R_{ом}$	АРГ + срок наработки трансформатора	Все указанные ранее признаки
Логистическая регрессия	45,2	55,3	75,0	47,9	76,6
Метод ближайших соседей	46,4	53,1	71,8	45,3	68,7
Градиентный бустинг над решающими деревьями	45,2	49,1	73,4	41,5	73,4
Случайный лес	50,0	57,0	76,1	49,0	75,6

Очевидно, что при случайном выборе класса повреждения, вероятность угадать верный класс составляет 25 %. Таким образом, верное определение места повреждения в более чем 25 % случаев является улучшением случайного результата.

Из таблицы 1 видно, что уже на наборе признаков АРГ точность определения класса колеблется в диапазоне 45-50 %. Также обращу внимание читателя на то, что на исследуемой выборке не было замечено влияние срока наработки СТ на точность определения места дефекта. Напротив, для ряда методов использование этого признака приводит к ухудшению качества классификации.

Добавление к набору концентраций газов результатов опыта ХХ в среднем улучшает качество определения места повреждения на 6,9 %. Добавление же результатов замера омического сопротивления обмоток позволяет улучшить качество классификации до 70-75 %, что, безусловно, является очень хорошим результатом.

Разница в возрастании эффективности классификации объясняется долями дефектов в исследуемой выборке (дефекты РПН составляют 40 %, в обмотках – 36 %, главной изоляции – 16 %, а в магнитопроводе – 8 %). Так, омическое сопротивление обмоток позволяет выявить часть дефектов в обмотках и РПН и разделить их (то есть улучшить классификацию 76 % выборки), а опыт ХХ при малом напряжении показателен только при ухудшении состояния магнитопровода и установившемся витковом замыкании обмотки (то есть в 8 % случаев + часть повреждений обмоток связанных с установившимся витковым замыканием).

Как видно, в большинстве случаев, наилучший результат даёт метод “случайный лес”. Однако и другие методы, в том числе и наиболее простой из них – метод ближайших соседей, позволяют получить сопоставимые по качеству результаты.

В дальнейшем планируется добавить новые признаки, исследовать их влияние на качество классификации, дополнительно исследовать уже используемые с целью улучшения их предобработки и повышения качества классификации.

Следующей целью станет более точная локализация дефектов. Использование дополнительных признаков, основанных на результатах ФХА, сопротивления изоляции трансформатора и т.д. должно привести как к повышению качества классификации, так и к увеличению числа классов – то есть более точному определению места повреждения.

ВЫВОДЫ

1. В статье показано, что использование методов машинного обучения для определения возможного места дефекта внутри трансформатора оправдано. Определены наиболее эффективные алгоритмы машинного обучения для решения поставленной задачи. Логистическая регрессия и “случайный лес” на данный момент позволили получить точность классификации 75 % и могут быть использованы в системах поддержки принятия решений.
2. На примере срока наработки СТ показано, что расширение набора обучающих признаков не всегда приводит к улучшению классификации. Признаки, не улучшающие результат, следует исключить для снижения размерности модели.
3. Есть возможность также определить точность диагностирования каждого узла трансформатора в отдельности. Так, напри-

мер, точность диагностирования повреждений в магнитопроводе может оказаться выше, чем дефекта в обмотках. Особенно ценна такая возможность в системах ранжирования оборудования и оценки рисков.

Список литературы

1. *Yan-jing SUN, Shen ZHANG, Chang-xin MIAO, Jing-meng LI.* "Improved BP Neural Network for Transformer Fault Diagnosis" Journal of China University of Mining and Technology, Volume 17, Issue 1, Pages 138-142.
2. *M. Bozik, M. Stojanovic, Z. Stajic, Đ. Vukic.* "Power Transformer Fault Diagnosis based on Dissolved Gas Analysis with Logistic Regression". Przeglad elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, R. 89 NR 6/2013, pp 83-87.
3. *Wang Zhenyuan. PhD Dissertation.* "Artificial Intelligence Applications in the Diagnosis of Power Transformer Incipient Faults". 2000 г.
4. *Давиденко И.В., Овчинников К.В.* "Алгоритм анализа повреждаемости силовых трансформаторов и примеры его реализации". Электро. 2014, № 4, с. 13-18.
5. *http://www.machinelearning.ru*
6. *Воронцов К.В.* Математические методы обучения по прецедентам (теория обучения машин).
7. *Материалы* курса "Введение в машинное обучение" ВШЭ, проводимого на платформе *http://coursera.org*
8. *Классификация* и регрессия с помощью деревьев принятия решений. *https://habrahabr.ru/post/116385/*
9. *http://scikit-learn.org/stable/index.html* – Machine learning in python.

Овчинников Константин Валерьевич *– аспирант, Уральский Федеральный Университет, г. Екатеринбург.*

ВЫСТАВКА СРЕДСТВ
И ТЕХНОЛОГИЙ НК

ОТРАСЛЕВЫЕ
КРУГЛЫЕ СТОЛЫ
«НК В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

ТЕРРИТОРИЯ NDT ФОРУМ

28 ФЕВРАЛЯ - 2 МАРТА 2017
ЦВК ЭКСПОЦЕНТР, МОСКВА

ЕЖЕГОДНЫЙ ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ

БОЛЕЕ 20 КРУГЛЫХ СТОЛОВ
- Деловая программа, посвященная вопросам применения неразрушающего контроля в различных отраслях промышленности, межотраслевые направления и специальные темы

БОЛЕЕ 100 ЭКСПОНЕНТОВ
- Разработчики и поставщики оборудования
- Сервисные компании
- Учебные и сертификационные центры
- Специализированные издания
- Национальные общества НК

БОЛЕЕ 3200 ПОСЕТИТЕЛЕЙ
- Руководители и ведущие специалисты - эксперты компаний авиационной, атомной, химической и нефтехимической, нефтяной, газовой, металлургической отраслей

www.expo.ronktd.ru

ОРГАНИЗАТОР
РОНКТД

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ С КОМПАНИЕЙ «ЭНЕРГОМЕРА» – ВЕРНОЕ РЕШЕНИЕ!

Е.В. КИРЕЕВА, А.Г. БЕНДА (Компания “Энергомера”)

ЭНЕРГОМЕРА

Электроэнергия – товар, необходимый каждому. Обеспеченность постоянным спросом, казалось бы, гарантирует стабильную прибыль, которая на деле нередко оказывается иллюзией. Сегодня расчет рентабельности бизнеса сбыта электрической энергии становится невозможен без учета всех затрат и неизбежных потерь энергии. И если учет электроэнергии уже в достаточной степени налажен, то ущерб от потерь энергии при транспортировке от трансформаторной подстанции до потребителя все еще велик. Выход из этой ситуации – автоматизированные системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ).

Ключевые слова: *АСКУЭ, Smart Metering, счетчики электроэнергии.*

Давно прошли времена, когда автоматизированные системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) в коммунальном секторе были недостаточно надежны и относительно дорогие. Современные АСКУЭ, в том числе и производства АО “Энергомера”, успешно преодолели эти “детские” болезни и предоставляют пользователям возможность дистанционного учета потребленных ресурсов, а также некоторые дополнительные сервисы. Время не стоит на месте, и к таким системам сейчас предъявляются значительно более высокие требования, которые определяются общим термином “интеллектуальные измерения” (“Smart Metering”).

ОСНОВЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Какие же требования выдвигает “Smart Metering” к современным АСКУЭ? В первую очередь, помимо дистанционного снятия показаний приборов, эти системы должны:

- обеспечивать удаленное управление нагрузкой потребителей;
- осуществлять инициативную передачу приборам учета информации о значимых событиях на верхний уровень системы;
- максимально защищать от вмешательства в работу счетчика с инициативной сигнализацией о фактах фиксации таких воздействий;
- осуществлять анализ состояния сетей, качества поставляемой энергии;

- предоставлять потребителям и поставщикам энергоресурсов возможность дистанционной оплаты, контроля платежного баланса (личные кабинеты, он-лайн сервисы и т.п.);
- предоставлять поставщикам возможность выявления в реальном масштабе времени неучтенного потребления и сверхнормативных потерь;
- обеспечивать формирование профилей нагрузки и контроль максимумов потребления и др.

Система интеллектуального учета энергоресурсов для коммунального сектора производства ТМ "Энергомера" в полной мере отвечает этим и ряду других дополнительных требований.

"Smart Metering" ТМ "ЭНЕРГОМЕРА"

Необходимо отметить что система "Smart Metering" ТМ "Энергомера" позволяет собирать данные с приборов учета газа, тепла, воды сторонних производителей. Эта функция обеспечивается при наличии в указанных приборах импульсного выхода потребленного ресурса.

Система построена по принципу "включил и работай" (Plug and Play), вместе с тем, при реализации системы, будь то многоквартирный дом или несколько домов, коттеджный поселок или садовое товарищество, специалисты компании "Энергомера" окажут необходимую помощь в подборе приборов учета, дадут необходимые пояснения по подключению и наладке.

ЭЛЕМЕНТЫ УМНОГО УЧЕТА

Для нижнего "учетного" уровня АСКУЭ в компании "Энергомера" разработана необходимая линейка приборов учета, обеспечивающая выполнение функционала "Smart Metering", в том числе однофазные счетчики электроэнергии CE 102M; CE 201; CE 208, а также трехфазные счетчики электроэнергии CE 301; CE 303; CE 308 и CE 304.

Указанные приборы, в зависимости от модификации, содержат необходимые интерфейсы: RS-485; PLC; радиоинтерфейс; GSM/GPRS; Ethernet, а также реле управления нагрузкой, датчики воздействия и т.д.

Для подключения этих приборов к верхнему программно-аппаратному уровню "Smart Metering" используются разработанные в АО "Энергомера" модемы, преобразователи сигналов, сумматоры, устройства сбора и передачи данных.

УСПЕШНОЕ ВНЕДРЕНИЕ

Компания "Энергомера" является признанным лидером в области внедрения АСКУЭ в том числе и систем "Smart Metering".

Так, только за последние три года было завершено более 40 крупных проектов АСКУЭ с более чем 30 000 точек учета. Это, в частности, внедренные проекты в Министерстве топлива, энергетики и ЖКХ РСО – Алания, ПАО "МРСК Северного – Кавказа", ПАО "МРСК Сибири", ПАО "МРСК Урала", АО "Самараэнерго" и др.

Также были завершены работы по внедрению АСКУЭ в Филиале ПАО "МРСК Сибири" – "Кузбассэнерго РЭС", филиале ПАО "МРСК Урала" – "Челябэнерго" МЭС, филиале ПАО "МРСК Юга" – "Кубаньэнерго" др. Также проведены работы по внедрению АСКУЭ на базе систем "Smart Metering" в филиале ПАО "МРСК Центра и Приволжья" – "Тулэнерго", АО "Янтарьэнеро", АО "Омскэлектро" и многих других. География проектов простирается на всю страну, от Калининграда до Сахалина. Только за последние три года количество установленных точек учета достигло 300 000. В то время как, общее число счетчиков электроэнергии, заведенных в системы учета, составляет уже более 2,5 миллионов штук. По итогам работы систем получены положительные отзывы, в которых отмечается экономический эффект за счет снижения различного рода потерь и выявления бездоговорного потребления, снижение эксплуатационных расходов за счет автоматизации учета и др.

Предлагаемые решения обеспечивают эффективный учет электроэнергии в жилом секторе при оптимальных затратах, ведь главной задачей сотрудников предприятия остается удовлетворение сегодняшних и будущих потребностей клиентов продукции "Энергомера".

Подробную информацию об АСКУЭ ТМ "Энергомера" можно найти на официальном сайте *http://www.energomera.ru*

АО "Электротехнические заводы "Энергомера".
***Киреева Елена Васильевна** – старший менеджер УР,*
***Бенда Андрей Григорьевич** – главный менеджер по анализу рынка и сопровождению продукта.*

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНЫМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕМ

А.Я. ДЖУМАЕВ (Государственный энергетический институт Туркменистана),
Э.Д. КАДЫРОВ (ООО "ПСК "ИнжПром")

Последние несколько лет интерес к проектам по солнечной энергетике неуклонно растет во всем мире, ставит множество технологических и технических задач, а также выявляет проблемы оценки возможности и эффективности использования энергии Солнца. Настоящее время для решения комплекса разнообразных задач в данной области возможно и целесообразно использование инструментария автоматизированных систем. В работе предлагается автоматизированная система управления автономным энергоснабжением на базе фотоэлектрической солнечной станции. Рассматриваются возможные подходы к созданию энергетических аналитических систем по возобновляемым источникам энергии. Рассмотрены варианты энергоснабжения населения за счет фотоэлектрических солнечных станций на примере экспериментального дома с автономным энергоснабжением.

Ключевые слова: *солнечная радиация, оптимальная ориентация, фотоэлектрическая солнечная станция, выработка электроэнергии, мониторинг работы станции, автономное энергоснабжение.*

Согласно прогнозам экспертов Международного энергетического агентства к 2050 году солнечная энергетика станет основным источником электрической энергии. В ближайшие годы страны Средней Азии будут находиться в центре внимания крупнейших международных игроков в области солнечной энергетики и в данном регионе планируется построить более 600 объектов солнечной энергетики, суммарная мощность которых составит свыше 4 ГВт.

Согласно данным, приведенным в работе [1], Туркменистан обладает огромными ресурсами солнечной энергетики, т.е. годовой приход суммарной солнечной радиации на всю площадь Туркменистана составляет $3157 \cdot 10^{12}$ МДж ($877{,}646 \cdot 10^{12}$ кВт·ч) и определяет потенциальные ресурсы солнечной энергии страны.

Президент Туркменистана в своем послании участникам международной научной конференции "Инновационные технологии в использовании возобновляемых источников энергии", которая прошла в Ашгабаде 2-3 декабря 2014 года, отметил, что в нашей стране есть огромные возможности и перспективы для широкого использования возобновляемых источников энергии, направленных на снижение негативного влияния промышленности на окружающую среду, здоровье человека и уровня вредных выбросов в атмосферу. Ускоренное вхождение национальной науки нашей независимой нейтральной Отчизны в мировое научное пространство в этом направлении имеет большое значение для расширения и укрепления международного сотрудничества в сфере науки и технологии [2].

Во многих странах приняты национальные и региональные программы по развитию использования возобновляемых источников энергии. Так, Европа 17 декабря 2008 года приняла пакет под названием "20-20-20". Согласно данному документу, к концу 2020 года предполагается достижение 20 % доли возобновляемой энергии в общем энергетическом балансе, снижение выбросов парниковых газов по сравнению с 1990 годом на 20 %, повышение энергоэффективности промышленности на 20 %.

В последние 20 лет в мировой практике фотоэлектрические солнечные станции получили достаточно широкое распространение. В некоторых европейских странах достигнуты за последние 5-10 лет очень высокие результаты, введены специальные тарифы на закупку энергии, выработанной фотоэлектрической солнечной станцией, что привело к росту строительства как крупных солнечных станций мощностью в сотни мегаватт, так и относительно маломощных солнечных станций в миллионах домах. В результате в этих странах солнечная энергетика превратилась в новую отрасль промышленности. В практике используется две формы энергообеспечения объектов: централизованное и ав-

Рис. 1. Жилой дом с автономным энергоснабжением

Рис. 2. Блок-схема жилого дома с автономным энергоснабжением

тономное. Причём, стремление к внедрению чистых технологий в последние годы способствует наиболее активному развитию автономного энергообеспечения, использующего возобновляемые источники энергии [3].

При автономном энергоснабжении на основе использования энергии солнечного излучения наиболее приемлемыми являются фотоэлектрические солнечные станции, которые могут иметь фиксированный или следящий фотоприемник. В этих условиях наибольшую надежность будет иметь вариант с дублированием фотоэлектрической солнечной станции топливной станцией.

Наши исследования проводились на жилом доме с фотоэлектрической солнечной станцией на 2 кВт, построенной в Государственном энергетическом институте Туркменистана (рис. 1), блок-схема которой показана на рис. 2. Государственный энергетический институт Туркменистана находится в г. Мары с географическими координатами 37,6° северной широты и 61,8° восточной долготы. Фотоэлектрическая станция состоит из 16 фотоэлектрических солнечных панелей на 130 Вт. Фотоэлектрическая солнечная станция, кроме фотопреобразователя – солнечные панели, содержит 8 аккумуляторных батарей на 200 А·ч, контроллер солнечной батареи и инвертор, обеспечивающий преобразование постоянного низковольтного тока от аккумуляторов и фотопреобразователей к бытовому или промышленному стандарту. Технические параметры фотоэлектрической солнечной станции приведены в работе [4]. Проведены исследования влияния климатических условий, т.е. влияние облачной погоды, запыленности воздуха на эксплуатационные параметры фотоэлектрической станции. Нестабильность солнечного излучения в зимнее время требуют завышенных мощностей преобразователей солнечной энергии, что приводит к их неэффективному использованию в летний период, т.е. в летнее время быстро заряжаются аккумуляторы и контроллер отключает процесс зарядки аккумулятора.

Двухэтажный жилой дом расположен в г. Мары круглогодичной эксплуатации с автономным энергоснабжением. Солнечные модули установлены на крыше дома, наклон 36°, ориентация на юг. На первом этаже размещены аккумуляторы и оборудование резервного энергоснабжения (дизельная электростанция). Второй этаж состоит из двух комнат, веранды и санузлов. На веранде также размещены контрольно-измерительное оборудование. На рис. 3 показана схема подключения контрольно-измери-

Рис. 3. Схема подключения контрольно-измерительного оборудования

Таблица 1

Оборудование	Мощность, Вт	К-во	Время работы в течение суток, ч	Потребляемая энергия в течение суток, Вт·ч
Кофеварка	800	1	0,2	160
Холодильник	300	1	0,25·24 ч = 6	1800
Телевизор	250	1	4	1000
Светильники 2 этаж	24	8	8·4 ч = 32	768
Светильники 1 этаж	125	2	2·0,5 ч = 1	125
Насос	1000	1	0,5	500
Спутниковая антенна	30	1	4	120
Персональный компьютер	500	1	2	1000
Микроволновая печь	1000	1	0,5	500
Итого	**4029**			**5973**

тельного оборудования. В схему подключения контрольно-измерительного оборудования входят: солнечные модули (1), аккумуляторы (10), контроллер (2), автоматизированное рабочее место (4), инвертор (5), дизельная электростанция (ДЭС) (3), потребители электрической энергии (11, 12, 13) и счетчики электроэнергии (6, 7, 8, 9). Электронный счетчик (6) производит учет электроэнергии, потребляемой освещением. Для освещения жилого дома использованы энергосберегающие светодиодные светильники. На первом этаже подключены 2 энергосберегающих светильника мощностью 125 Вт и на втором этаже подключены 8 светодиодных светильников мощностью 24 Вт. В комнатах расположены микроволновая печь, кофеварка, телевизор, компьютер, холодильник. Учет энергопотребления производится счетчиком (7). В зимнее время в случае нехватки электроэнергии может использоваться оборудование резервного энергоснабжения и учет энергии, получамой от ДЭС, производится счетчиком (8). В летнее время, когда солнечная радиация достигает максимального значения, могут появиться излишки электроэнергии, которая может потребляться внешними потребителями. Учет электроэнергии, подаваемой внешним потребителям, производится счетчиком (9). В таблице 1 приведены примерное энергопотребление и мощности электробытовых приборов, установленных в жилом доме.

Выработанная фотоэлектрической станцией за день энергия оценивалась по формуле:

$$E_{\text{прз }I}(\text{кВт·ч}) = [\eta_{inv}(\%)\cdot\eta_{pv}(\%)\cdot\eta_{cont}(\%)\cdot \cdot S_n(\text{м}^2)\cdot N_n\cdot E_i(\text{кВт·ч/м}^2)]/10^6, \quad (1)$$

где $E_{\text{прз }I}$ – выработанная или произведенная фотоэлектрической станцией за сутки расчетная средняя энергия; E_i – усредненное для каждого месяца суточное удельное значение падающей солнечной радиации; η_{pv} – КПД солнечной панели; η_{cont} – КПД контроллера; η_{inv} – КПД инвертора напряжения; N_n –количество солнечных панелей в составе фотоэлектрической станции; S_n – площадь одной солнечной панели.

При расчетах использовались данные усредненного для каждого месяца суточное удельное значение падающей солнечной радиации из БД NASA SSE [5]. Так, как в БД NASA SSE даны суточные суммы падающей солнечной радиации, усреднение которой ведется за месяц, следовательно, для сравнения результатов теоретических расчетов и экспериментальных исследований целесообразно сравнивать месячные суммы солнечной радиации и выработанной энергии по формуле:

$$E_{\text{прз м}}(\text{кВт·ч}) = E_{\text{прз }I}(\text{кВт·ч/м}^2)\cdot(N_{\text{д}} - N_{\text{бсд}}), \quad (2)$$

где $E_{\text{прз м}}$ – выработанная или произведенная фотоэлектрической станцией за месяц расчетная средняя энергия; $N_{\text{д}}$ – количество дней в месяце; $N_{\text{бсд}}$ – количество бессолнечных дней в месяце, усредненное по месяцу. Полученное значение имеет смысл сравнивать с суммарной энергией, реально выработанной фотоэлектрической станцией за месяц:

$$E_{\text{р.прз.м}}(\text{кВт·ч}) = \sum E_{\text{прз }I}(\text{кВт·ч}). \quad (3)$$

Здесь суммирование ведется по всем суткам месяца.

Измерение проводились в последовательно соединенных 4 фотоэлектрических панелях при различных нагрузках. На рис. 5 показана дневная выработка электрической энергии фотоэлектрической солнечной станцией в течение месяца в различные времена года. Полученные данные показали, что сезонные изменения погоды при солнечной погоде сильно не влияет на энергетические параметры фотоэлектрической станции, хотя панели в летнее время нагреваются до температуры 70 °C и выше. Изменение энергетических параметров в течение года составляет порядка 20-25 % [6].

Результаты показали, что производимая энергия фотоэлектрической солнечной станцией сильно зависит от климатических условий, т.е. выработка энергии в течение дня составляет соответственно при облачной погоде – 1,895 кВт·ч, при пыльной погоде – 1,289 кВт·ч, при переменной облачной погоде – 2,397 кВт·ч, при состоянии полной зарядки аккумулятора – 1,368 кВт·ч, при солнечной погоде в зимнее время – 2,351 кВт·ч, при солнечной погоде в летнее время – 2,838 кВт·ч [7].

Нами предлагается автоматизированная система управления энергоснабжением жилого дома (рис. 2) на базе контроллера LB01 и информация выводится на автоматизированное рабочее место (АРМ) (рис. 3). Интерфейс контроллера LB01 показан на рис. 4. Контроллер серии LB01 является интеллектуальным, многоцелевым преобразователем солнечной энергии в электрическую для потребителей и зарядки и разрядки различных типов батарей. В структуре имеется дизельная электростанция для обеспечения надежной системы электроснабжения. Контроллер использует пользовательский ЖК-дисплей, с дружественным интерфейсом (рис. 4). Различные параметры управления можно гибко установить с АРМа. Основные характеристики контроллера: настройка типа батареи, автоматическое распознавание напряжения 8-78V; цикл зарядки ячейки батареи (должен быть настроен); температурная компенсация автоматической зарядки; режим рабочей нагрузки может быть установлен, а функция общего числа заряда и разряда автоматизировано; регулируемые параметры контроля зарядки-разрядки; панель солнечной батареи, предохранение от батареи обратного разряда; инвертор по сигналу контроллера в соответствии установленному потребителем приоритету переключает на зарядку аккумуляторы.

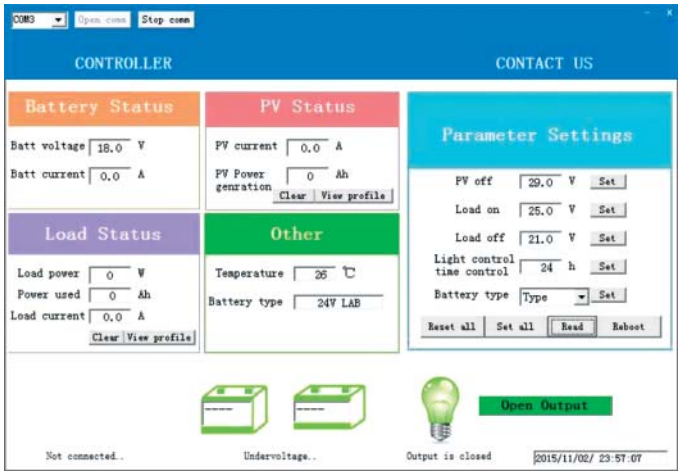


Рис. 4. Интерфейс контроллера

В ходе исследований был проведен предварительный расчет выработки энергии фотоэлектрической станцией, а также в ходе испытаний – сравнение с экспериментальными данными, полученными в различные времена года (рис. 5). Сравнение расчетных и экспериментальных данных показало хорошую точность прогнозов в летний период с высоким уровнем солнечной радиации и снижение точности в зимний период (рис. 6).

Мониторинг работы фотоэлектрической станции позволяет получать информацию о рабочих параметрах установки и уровне инсоляции в течение заданных периодов, накапливать, систематизировать и обрабатывать полученную информацию. В результате можно создать климатические базы данных и разработать методы проектирования солнечных станций, а также позволяет перейти от расчетно-

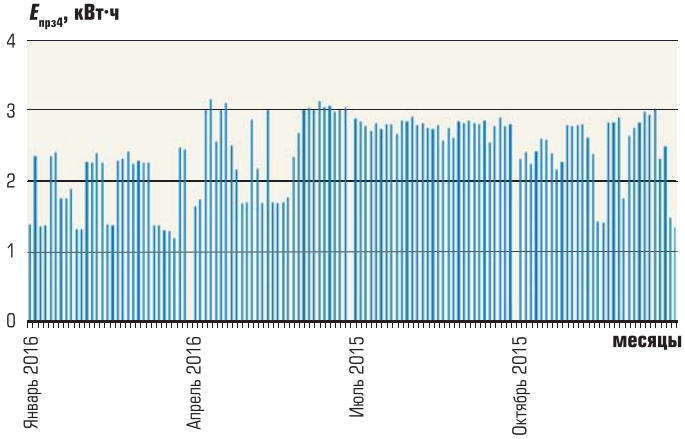


Рис. 5. Дневная выработка электрической энергии фотоэлектрической солнечной станцией в течение месяца в различные времена года

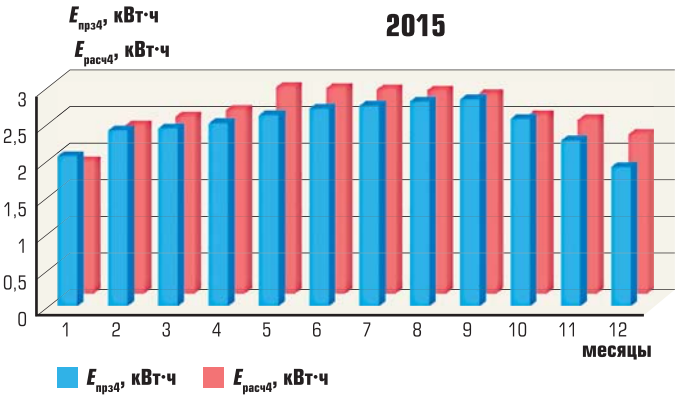


Рис. 6. Сравнение расчетного значения и дневной выработки электрической энергии фотоэлектрической солнечной станцией усредненного для каждого месяца в течение года

аналитических данных к экспериментальным исследованиям. Проведенный сравнительный анализ показал, что прогноз для различных сезонов имеет достаточную точность и выявил ряд особенностей работы фотоэлектрической солнечной станции в климатических условиях Туркменистана.

ВЫВОДЫ

- Оптимальный угол наклона солнечных панелей к горизонту для г. Мары в летний период составляет 17°, а для зимнего периода – 61°.
- При фиксированном угле наклона поверхности солнечной панели оптимальным углом является 36°.
- В течение года с одного квадратного метра солнечной панели можно получить 326 кВт·ч электроэнергии при фиксированном положении солнечной панели.
- Полученные данные свидетельствуют о возможности использования международных баз данных NASA для расчетов солнечной радиации в рассматриваемом районе.
- На базе контроллера LB01 создана автоматизированная система управления автономным энергоснабжением.
- Автоматизированная система управления автономным энергоснабжением позволяет провести мониторинг выработки и расхода электроэнергии в жилом доме.
- Результаты исследования и полученные данные могут быть использованы для технико-экономического обоснования эффективности использования солнечной энергии и разработки дорожной карты развития солнечной энергетики в Туркменистане, в частности для определения места размещения фотоэлектрической солнечной станции большой мощности, составления бизнес-модели для этой станции.

Список литературы

1. *Пенджиев А.М., Мамедсахатов Б.Д.* Основные условия и факторы развития фотоэнергетики в Туркменистане// International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology. 2007. № 7(51), p 62-66.
2. *A. Jumaýew, K. Saryýew. Ý. Ýakubow.* Fotoelektrik gün bekediniň energetiki häsiýetnamalaryna ulanylyş şertleriniň täsiri.// Türkmenistanda ylym we tehnika, 2015, № 5.
3. *Стребков Д.С., Пенджиев А.М., Мамедсахатов Б.Д.* Развитие солнечной энергетики в Туркменистане. М.: ГНУ ВИЭСХ, 2012, 496 с.
4. *Джумаев А.Я., Кадыров Э.Д.* Исследование эксплуатационных параметров фотоэлектрической солнечной станции в условиях Туркменистана // Автоматизация в промышленности. 2015, № 11, с. 20-22.
5. [*Электронный ресурс*] – Режим доступа. URL: *http://wrdc.mgo.rssi.ru/*, *http://eosweb.lars.nasa.gov/sse/*
6. *Джумаев А.Я., Сарыев К.А.* Анализ влияния температуры на энергетические параметры фотоэлектрической солнечной станции. “European Conferece on Innovations in Technical and Natural Sciences”. Proceeding of the 7th International scientific conferece. (25th May 2015.). “East West” Association for Advanced Studies on Higher Education. GmbH. Vienna. 2015, p 82-88.
7. *Jumayev A.Y.* Scientific-technical and methodological aspects of an estimation of resources of solar energy in Turkmenistan. International Conference on European Science and Technology: materials of the XI international research and practice conference. Munich, Germany October 21-22th, 2015.

Джумаев Аганияз Ягшиевич *– канд. физ.-мат. наук, проректор по научной работе Государственного энергетического института Туркменистана,*
Кадыров Энвер Джумагелдиевич *– канд. техн. наук, директор ООО “ПСК “ИнжПром”.*

МОДЕМ

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ КОМАНД РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ

Передача команд релейной защиты и противоаварийной автоматики по ЛЭП 35–750 кВ

Аппаратура комбинированная высокочастотной связи и передачи команд релейной защиты и противоаварийной автоматики ЦВК-16 РЗПА:

- до 4 команд РЗ
- до 28 команд ПА

ВЧ-связь по ЛЭП 35–750 кВ с организацией цифровых и аналоговых телефонных каналов, каналов телемеханики

Аппаратура ВЧ-связи ЦВК-16 (Ревизия 3):

- до 12 цифровых телефонных каналов
- до 16 каналов телемеханики (МЭК 60870-5-101)
- до 4 каналов Ethernet (МЭК 60870-5-104)

Модемы телемеханики в составе комплексов совмещенной передачи речи и данных ТФМ-3М, ТФМ-12М:

- до 24 телефонных каналов
- до 24 каналов телемеханики

ООО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «МОДЕМ»
npfmodem.spb.ru sales@npfmodem.spb.ru +7(812)3400102

ISaGRAF 6 И ПОДДЕРЖКА РАБОТЫ ПЛК В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ: НЕКОТОРЫЕ КОНКРЕТНЫЕ ПРИМЕРЫ

С.В. ЗОЛОТАРЕВ (Компания “ФИОРД”)

В статье представлена информация о некоторых решениях на базе технологии программирования контроллеров ISaGRAF 6 для проектов с требованиями работы ПЛК в режиме реального времени. Приведены подробности таких решений на базе ОС РВ QNX Neutrino, ЗОСРВ “Нейтрино” КПДА.10964, VxWorks и расширения реального времени IntervalZero RTX64 для Windows. Цель данной статьи – обратить внимание на то, что, несмотря на постоянное повышение производительности аппаратных средств, по-прежнему востребована и актуальна задача поддержки в SoftPLC инструментах (в том числе, ISaGRAF) возможности работы в режиме реального времени для наиболее ответственных проектов.

Ключевые слова: *ISaGRAF 6, ПЛК, ОС РВ QNX Neutrino, ЗОСРВ “Нейтрино” КПДА.10964, VxWorks, SoftPLC, Workbench, Target.*

Рис. 1. ПЛК SMART I/O фирмы PEP Modular Computers (Германия) на базе OS-9 и ISaGRAF

Рис. 2. КТС СИКОН TC1775.K1 на базе микроконтроллера SAK TC1775 (Infineon Technology) RISC-архитектуры, ОС РВ Nucleus Plus и ISaGRAF

ISaGRAF ИМЕЕТ БОГАТЫЙ ОПЫТ КООПЕРАЦИИ С ОС РВ

С самого начала своего развития исполнительная система (Target) технологии программирования контроллеров ISaGRAF [1, 2] в значительной степени ориентировалась на применение операционных систем реального времени (ОС РВ, RTOS). Вспомним, например, такие известные в свое время решения, как программируемый логический контроллер (ПЛК) серии SMART I/O (рис. 1) компании PEP Modular Computers (Германия) со встроенной ОС РВ OS-9, которые в России активно использовались в многочисленных проектах компании РТСофт (Москва). Или несколько успешных решений компании “Науцилус” (Москва) для различных контроллеров на базе ОС РВ Nucleus Plus, Nucleus MNT и расширения реального времени Linux RTAI. В частности, КТС СИКОН TC1775.K1 (рис. 2) компании “Компьютерные комплексы” на базе микроконтроллера SAK TC1775 (Infineon Technology) RISC-архитектуры, ОС РВ Nucleus Plus и ISaGRAF был успешно внедрен на предприятиях ВНИИХиммаш и Таджик-Азот.

Можно задать несколько правомерных вопросов относительно того, в каких проектах имеет смысл применять ISaGRAF вместе

с ОС РВ. Достаточно широкий класс задач – это проекты, в которых контроллер построен на базе аппаратной архитектуры со встраиваемой ОС РВ (например, VxWorks, Nucleus Plus, QNX,...), где фактически нет требований "жесткого" реального времени, а только так называемого "мягкого" реального времени. Другой класс – это проекты с использованием коммуникационных протоколов реального времени. Например, Ethercat, CANopen, Profinet. Еще одно направление – системы с устройствами управления в таких областях как атомная энергетика, металлургия, химия, фармацевтика с очень быстро текущими процессами, задержка в работе которых недопустима.

Следует отметить, что сама реализация исполнительной системы ISaGRAF легко адаптируется к различным базовым программным интерфейсам (семафоры, таймеры,...) ОС РВ и расширениям реального времени. Это утверждение относится как к ОС РВ с монолитным ядром, так и к многопроцессным, многопоточным и многопроцессорным ОС РВ. Достаточно легко исполнительная система ISaGRAF переносится на ОС в стандарте POSIX, а также на различные варианты Linux. Поэтому производители ПЛК с большой охотой и без излишних затрат применяют ISaGRAF в своих изделиях.

РАЗВИТИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ISaGRAF 6 ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ТРЕБОВАНИЙ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Новый значительный шаг в сторону поддержки требований реального времени был сделан в версии ISaGRAF 6.1, в которой была реализована поддержка прерываний пользователя (User Interrupt). Поскольку разные типы приложений требуют разные типы прерываний (например, время, импульс, ввод/вывод...), реализация прерываний в ISaGRAF 6 обеспечивается с помощью набора инструментальных средств (toolkit), которые позволяют изготовителям оборудования (OEM-производителям) определить и отобразить свои прерывания в приложении ISaGRAF. Toolkit также включает в себя плагины для конфигурирования и программирования прерываний конечным пользователем. Другим важным новшеством с точки зрения класса задач с повышенными требованиями по непрерывности и отказоустойчивости (обычно это базовое требование для проектов с требованиями реального времени), является средство восстановления после отказа (Failover). Failover – это режим работы, при котором функции системы управления принимает на себя вторичная система управления в том случае, когда главная система становится недоступной из-за отказа оборудования или при запланированном простое. Эта функция используется для того, чтобы сделать систему управления более отказоустойчивой. Функция восстановления после отказа в ISaGRAF 6.1 дает возможность пользователям модифицировать решения управления и менять условия, при которых контроллер получает или теряет управление.

Обратим внимание еще на одно обстоятельство. Важно не только иметь возможность в режиме реального времени собрать и обработать информацию на уровне исполнительной системы ПЛК, но и оперативно доставить ее на следующий уровень. Например, на уровень SCADA-системы. Для обеспечения этого требования компанией "ФИОРД" на основе оригинальной целевой системы ISaGRAF был разработан набор расширений ISaGRAF (как со стороны Workbench, так и со стороны Target), который получил название ISaGRAF 6 FIORD Target. ISaGRAF 6 FIORD Target – полный комплекс решений для высокоскоростной обработки, управления и доставки данных на верхний уровень систем. Одной из наиболее интересных составных частей ISaGRAF 6 FIORD Target является система FDA (Fast Data Access), предназначенная для быстрого доступа к данным реального времени исполнительной системы по запросам от OPC-сервера FDA-OPC либо другого приложения.

Теперь приведем некоторые примеры использования ISaGRAF 6 и ОС РВ и расширений реального времени.

ЭТАЛОННАЯ ПЛАТФОРМА EtherCAT НА ОСНОВЕ ISaGRAF 6 И QNX Neutrino

Эталонная платформа объединяет широко известное программное обеспечение для протокола EtherCAT от компании KPA (*https://koenig-pa.de/*), исполнительную систему ISaGRAF и ОС РВ QNX Neutrino (*http://www.qnx.com*) для увеличения функциональности, надежности и производительности приложений, взаимодействующих по

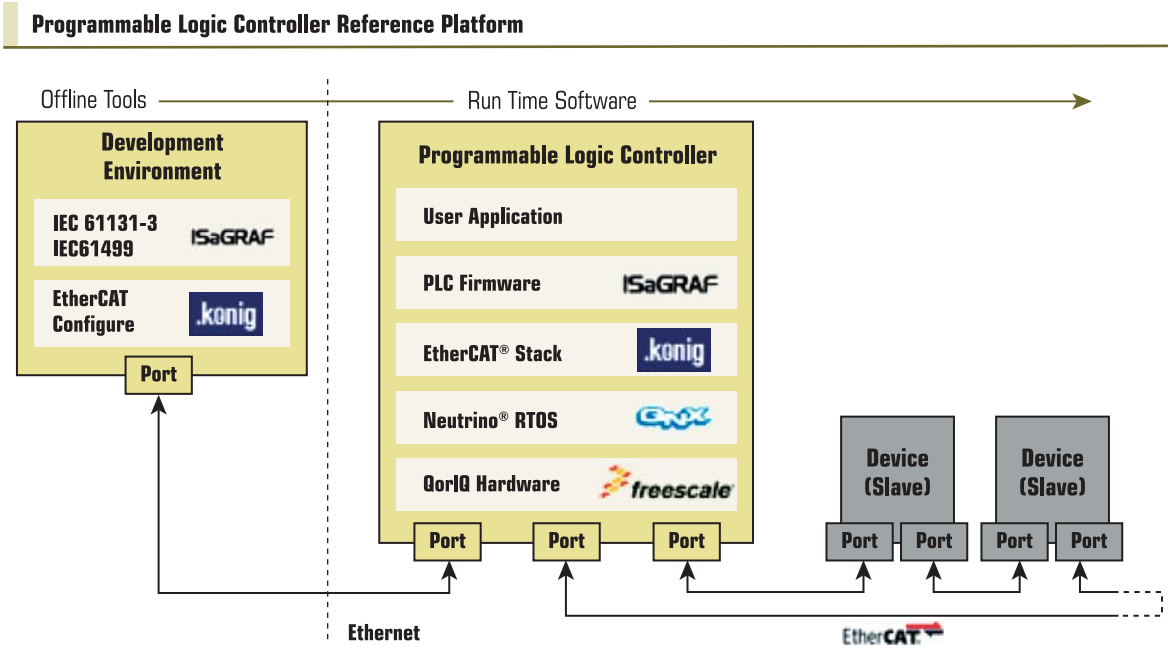


Рис. 3. Структура эталонной платформы EtherCAT на основе ISaGRAF 6 и QNX Neutrino

протоколу EtherCAT. Эталонная платформа (рис. 3) предназначена для создания ПЛК на основе двухъядерного процессора Freescale QorIQ P1025.

ПЛК эталонной платформы обеспечивает миллисекундное время отклика для задач EtherCAT, используя при этом только один процент процессорного времени одного ядра двухъядерного процессора QorIQ P1025. Это оставляет достаточный запас ресурсов для выполнения протокола связи и управления приложением в одном устройстве. Клиенты могут также распределить функции по обработке на два ядра или изолировать функции управления в реальном масштабе времени на одном ядре, в то время как выполнение функций обработки и связи выполнять на другом ядре. А для более сложных алгоритмов управления семейство процессоров Freescale QorIQ P1 предлагает совместимые по разъемам одноядерные варианты для сокращения затрат и двухъядерные варианты, которые масштабируются до 5,700 млн команд в секунду (MIPS). Программное и аппаратное обеспечение, разработанное на P1025, может быть легко развернуто на всю линейку процессоров QorIQ P1, включая P1012, P1021 и P1016.

Исполнительная система ISaGRAF позволяет разработчикам легко создавать многофункциональные системы управления, основанные на языках стандартов IEC 61131-3 и IEC 61499. Это позволяет легче переносить существующие приложения на новые платформы, основанные на процессорах QorIQ и ОС РВ QNX Neutrino. ISaGRAF обеспечивает полную среду разработки приложений управления под названием ISaGRAF 6 Workbench, которая включает подключаемые модули для функций, таких как языки стандарта IEC 61131-3, интегрированный HMI и KPA Studio для комплексного управления EtherCAT Slave. Модульность ISaGRAF 6 позволяет клиентам создавать собственный вариант Workbench только с теми функциональными возможностями, которые необходимы для их системы управления.

ОС РВ QNX Neutrino имеет проверенный послужной список в области ПЛК, систем управления поездами, ветровых турбин, АЭС, систем управления зданиями, автоматизированных систем управления и в других важных отраслях. QNX предлагает метод адаптивного управления процессорными ресурсами (adaptive CPU partitioning), поддержку многоядерности и обеспечивает требуемые возможности для систем автоматизации и управления, включая изоляцию процесса, предсказуемость процесса и механизмы самовосстановления.

Программные модули EtherCAT master и slave от KPA устраняют необходимость в коммутаторах и маршрутизаторах, снижают сложность и стоимость систем автоматизации производства, управления процессами, промышленных электроприводов, устройств

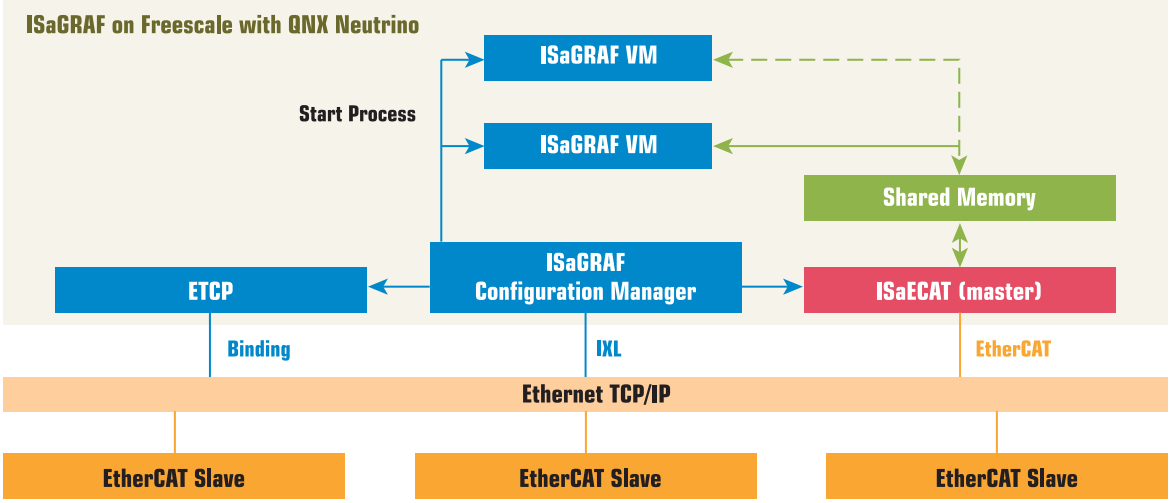


Рис. 4. Структура исполнительной системы ISaGRAF в среде QNX Neutrino для эталонной платформы EttherCAT

управления и обеспечения безопасности движения. EtherCAT master от KPA предлагает простую в использовании функциональность жесткого реального времени, средства конфигурирования и мониторинга сети. Он реализован на языке C для высокопроизводительных, масштабируемых EtherCAT-систем и включает такие функции, как поддержка резервирования, горячего подключения и наличия нескольких мастеров. Инструмент EtherCAT Studio помогает разработчикам легко настроить и отладить сеть EtherCAT, включает различные функции, такие как системный журнал, временной анализ без необходимости использования внешних инструментов, проектирование топологии проекта.

Эталонная платформа ПЛК поддерживается мощными средствами разработки, включая EtherCAT Studio от KPA, ISaGRAF 6 Workbench, QNX Momentics Tool Suite и Freescale CodeWarrior Development Suite и состоит из 4 уровней интеграции:

1. ISaGRAF® Workbench & KPA EtherCAT Studio

Позволяет пользователям запускать KPA EtherCAT Studio внутри среды ISaGRAF 6 и конфигурировать все EtherCAT Slave. Конфигурирование выполняется с помощью чтения xml-файла описания Slave, генерации устройства ввода-вывода в проекте, связывания устройства ввода-вывода с выбранным ресурсом и использования устройства ввода-вывода внутри ресурса.

KPA EtherCAT Studio интегрируется с ISaGRAF 6 Workbench как плагин. В ISaGRAF 6 поддерживаются все возможности KPA EtherCAT Studio: сетевое конфигурирование, топология EtherCAT, диалоговый Chart Viewer, Snapshot Viewer, системный журнал данных EtherCAT, process Image Viewer и расширяемая библиотека для Slave.

Плагин KPA EtherCAT Studio включает логику, которая выступает в качестве связующего звена между конфигурацией, сделанной KPA EtherCAT Studio и проектом пользователя ISaGRAF 6. Он управляет присоединением slave к конкретному ресурсу, установкой IP-адреса мастера, заданием связи устройства ввода-вывода ISaGRAF с соответствующими slave, импортом существующего имени EtherCAT slave в словарь ISaGRAF, обновлением и синхронизацией KPA EtherCAT Studio и ISaGRAF Workbench (например, при удалении ресурса).

2. ISaGRAF Target & EtherCAT Stack

KPA EtherCAT Stack интегрируется с исполнительной системой ISaGRAF Target. Взаимодействие между каждым ресурсом и стеком выполняется через разделяемую память. Доступ к этой разделяемой памяти выполняется через драйвер, автоматически генерируемый с помощью средства EtherCAT Definition Builder.

3. ISaGRAF Target & QNX® Neutrino® RTOS (рис. 4)

4. Процессорный модульTWR-P1025 на основе Freescale Dual-core QorIQ P1025

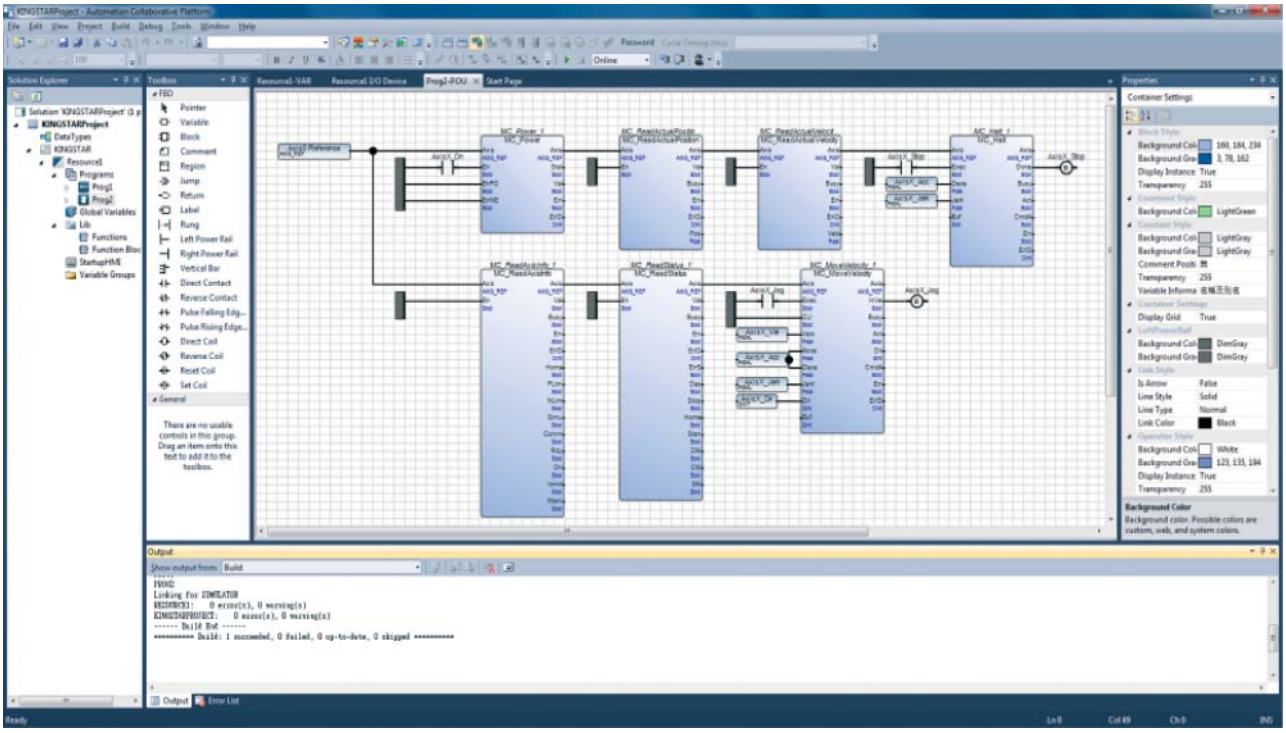


Рис. 5. Пример SoftMotion программы ISaGRAF в решении KINGSTAR

ISaGRAF 6 В СРЕДЕ РАСШИРЕНИЯ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ IntervalZero RTX64 ДЛЯ WINDOWS: ПРЕВРАЩЕНИЕ ОБЫЧНОГО КОМПЬЮТЕРА В ПЛК С ПОДДЕРЖКОЙ SoftMotion

KINGSTAR (*http://kingstar.com/*) предлагает готовое к применению SoftPLC-решение на базе расширения реального времени IntervalZero RTX64 (*http://kingstar.com/products/rtos/*) для Windows и ISaGRAF 6, которое превращает обычный компьютер в ПЛК с поддержкой SoftMotion, машинного зрения и задач промышленной автоматизации. Интересная особенность решения – одна и та же интегрированная среда (IDE) Microsoft Visual Studio и для RTOS и для приложений ISaGRAF (рис. 5).

ISaGRAF В СРЕДЕ ОС VxWorks – ПРОГРАММНОЕ ЯДРО ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО ИНТЕГРИРОВАННОГО КОНТРОЛЛЕРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СИНХРОННЫМ ГЕНЕРАТОРОМ ГАЗОВОЙ ТУРБИНЫ

Корейские разработчики представили в статье "Development of Integrated Start-up and Excitation System for Gas Turbine Synchronous Generator" прототип современного высокопроизводительного интегрированного контроллера для управления синхронным генератором газовой турбины на базе ISaGRAF в среде ОС VxWorks компании Wind River. Данная разработка (рис. 6) описана на сайте Корейского института научной и технологической информации (*http://www.koreascience.or.kr*).

Одной из наиболее сложных задач, о результатах решения которой говорится в статье, – реализация в среде ISaGRAF достаточно сложных алгоритмов начального запуска камеры сгорания газовой турбины и управления током возбуждения ротора и реактивной мощности синхронного генератора. Система состоит из двух частей – LCI (Load Commutated Inverter) и ECS (Excitation Control system) (рис. 7).

Отметим, что разработчики ISaGRAF являются участниками программы Wind River Partner Validation Program, ориентированной на рынки энергетики, транспорта и управления процессами с помощью решения для систем, связанных с безопасностью, и состоящего из платформы Wind River VxWorks Cert и пакета ISaGRAF FlexiSafe. В частности, комбинация платформы VxWorks Cert и решения ISaGRAF будет являться сертифицированным по уровню SIL3 стандарта IEC 61508 ("Функциональная безопасность систем элек-

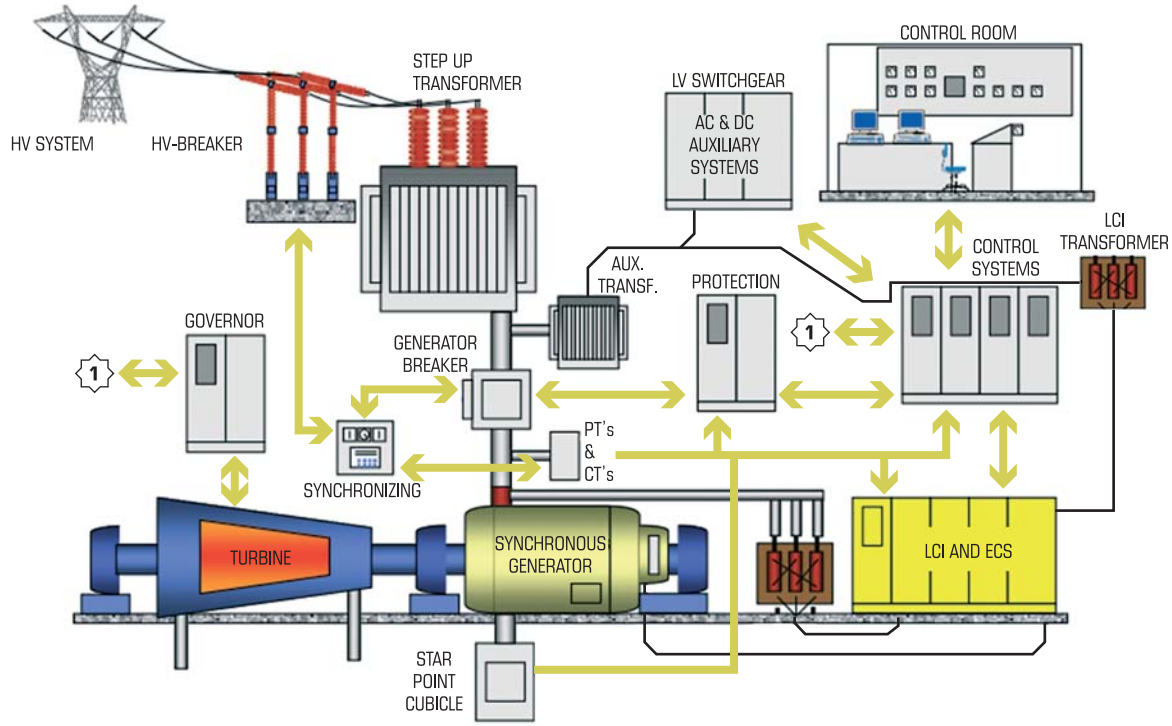


Рис. 6. Диаграмма управления синхронным генератором газовой турбины

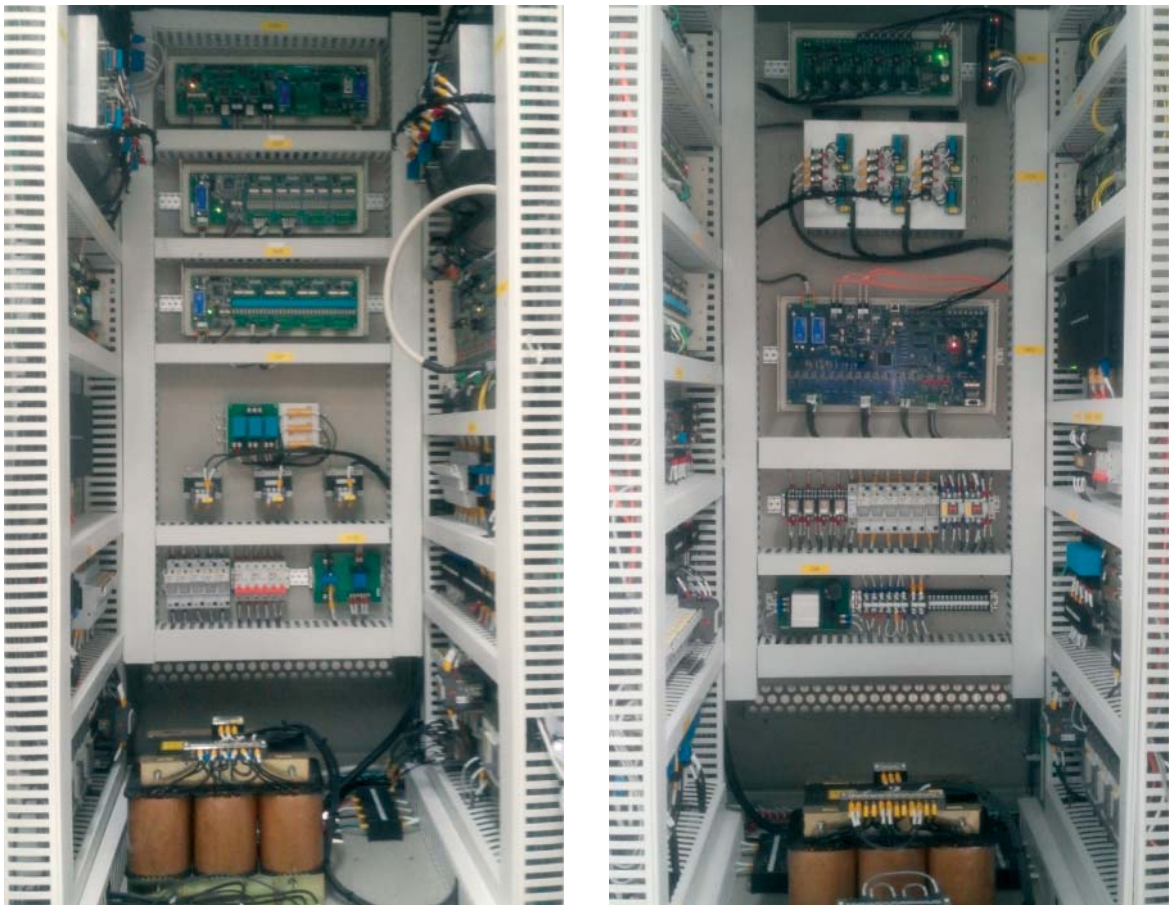


Рис. 7. Внешний вид контроллеров на базе VxWorks и ISaGRAF для подсистем LCI и ECS

трических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью"). Термин "связанный с безопасностью" относится к любым техническим и/или программируемым системам, отказ в которых, как одиночный, так и возникший в комбинации с другими отказами или ошибками, может привести к жертвам, травмам или к ущербу для окружающей среды. Уровень полноты безопасности принято оценивать по 4 уровневой шкале: SIL1 – самый низкий, SIL4 – самый высокий. Уровень полноты безопасности SIL3 подразумевает, что число отказов в час будет в диапазоне от 10^{-8} до 10^{-7}.

В контексте рассматриваемой статьи следует еще упомянуть разработки ООО Фирма "Калининградгазприборавтоматика" ("КГПА"), ПАО "Газпром автоматизация" (*http://kgpa.ru*), которая с успехом применяет защищенную ОСРВ "Нейтрино" КПДА.10964 (*http://kpda.ru*) в АСУ ТП объектов с газоперекачивающими агрегатами. В качестве аппаратных средств используются универсальные программируемые контроллеры Fastwel MK-150 и распределенная периферия Fastwel I/O.

КРАТКОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная в статье краткая информация может быть полезна отечественным производителям ПЛК и обратит их внимание на тот факт, что есть целый ряд предметных областей и наиболее ответственных проектов, в которых по-прежнему обосновано использование ОС РВ и расширений реального времени в качестве базового программного обеспечения в сочетании с технологией ISaGRAF. И это подтверждается практикой как за рубежом, так и в России.

Список литературы

1. *Золотарев С.В.* Система программирования контроллеров ISaGRAF 5, как основа для создания ПЛК нового поколения, Мир автоматизации, № 6, 2009 г.
2. *Золотарев С.В.* Технология программирования контроллеров ISaGRAF 6 претендует на роль единой платформы автоматизации, Автоматизация и IT в энергетике, № 4, 2011 г.

Золотарев Сергей Викторович *– канд. техн. наук, ведущий эксперт компании "ФИОРД".*
Телефон (812) 323-62-12. E-mail: info@fiord.com http://www.fiord.com, www.isagraf.ru

НОВОСТИ

AT Consulting И «Галактика» РАЗРАБОТАЛИ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ СИСТЕМ «Галактика ЕАМ» и «1С: УПП»

Москва, 24 октября 2016 года – Компания AT Consulting и корпорация "Галактика" разработали решение для интеграции системы управления производственными активами "Галактика ЕАМ" и системы управления "1С: Предприятие 8.3".

Решение позволяет эффективнее использовать возможности обеих систем в части управления производственными активами и работами ТОиР (техническое обслуживание и ремонт), при котором "Галактика ЕАМ" используется в качестве системы планирования и учета выполнения работ ТОиР, а "1С: Предприятие 8.3" отводится роль системы управления финансово-хозяйственной деятельностью.

Совместная разработка AT Consulting и корпорации "Галактика" представляет интерес, в первую очередь, для компаний, которые используют системы "1С" и планируют реализовать мониторинг технического состояния оборудования, так как обеспечивает бесшовную интеграцию системы "Галактика ЕАМ" и не требует дополнительных средств и времени на внедрение.

Данное решение предполагает взаимонаправленные информационные потоки между системами. Так, "Галактика ЕАМ" получает из "1С: УПП" необходимую централизованно введенную нормативно-справочную информацию, например, по типизации работ ТОиР, данные по исполнителям и месту возникновения затрат. В свою очередь, из "Галактика ЕАМ" в "1С: УПП" поступает информация о планировании ТОиР (ремонтная программа, заявка на ремонт, операция заявки на ремонт и т.д.), исполнении ТОиР (наряд-заказ, заявка на материально-технические ресурсы, заявка на услуги, заявка на оборудование) и закрытии ТОиР (акт выполненных работ).

Таким образом, "Галактика ЕАМ" представляет собой систему для управления производственными активами и решает задачи технологической паспортизации, управления производственно-технологическим потенциалом, послепродажного и сервисного обслуживания, а система "1С: УПП" выполняет функцию учета и анализа финансово-хозяйственной деятельности предприятия.

https://www.galaktika.ru

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Контроллеры КР-500М

- проверенная временем высокая надежность, исполнение с классом **3Н** для АЭС;
- блочно-модульная конструкция, функционально децентрализованная архитектура;
- собственная система программирования **КОНТРАСТ** с языками класса **FBD** и **ST**.

Полномасштабные АСУ ТП в энергетике

- готовые решения для автоматизации **котельного** и **турбинного** оборудования;
- АСУ ТП на основе контроллера и SCADA-системы **отечественных** производителей;
- оптимальное соотношение цены\качества\скорости выполнения работ.

КУПОЛ - НКУ 0,4 кВ для электростанций и подстанций

- приём и распределение электрической энергии, управление, контроль, сигнализация, защита электротехнического оборудования, передача данных в **АСУ ТП** по каналам связи;
- в **НКУ КУПОЛ** используется оборудование высокой надёжности ведущих отечественных производителей.

Волмаг

Чувашская республика, г. Чебоксары:
428020, пр. Ивана Яковлева, 3
тел. +7(8352) 55-22-94, 57-06-83, 57-21-88, 57-21-43
www.volmag.ru e-mail: contrast@volmag.ru

НЕПРОЦЕДУРНЫЙ ЯЗЫК ПРОГРАММИРОВАНИЯ – ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ОСНОВА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ «САРГОН»

В.А. МЕНДЕЛЕВИЧ (ООО “НТЦ НВТ–Автоматика”)

В декабре 2016 г. исполняется 25 лет с момента выхода первой версии программно-технического комплекса “САРГОН”, который стал одним из самых эффективных отечественных средств автоматизации технологических процессов. “Круглой” дате посвящается цикл статей, раскрывающих важнейшие характеристики и механизмы построения современного ПТК.

Первая статья цикла описывает теоретические основы программно-технического комплекса “САРГОН”, определившие его облик и основные характеристики.

Ключевые слова: *САРГОН, АСУ ТП, непроцедурный язык, язык программирования, ПТК.*

1. ЦЕЛИ и ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ НЕПРОЦЕДУРНОГО ЯЗЫКА ДЛЯ АСУ ТП

В процессе разработки сложной системы участвует большое количество людей разных профессий, работающих в различных организациях. Нормативные документы, регламентирующие их взаимодействие, не охватывают значительной части вопросов. Многие из них сильно устарели (например, ГОСТы по АСУ ТП), не соответствуют современному уровню средств и технологий автоматизации и могут применяться лишь избирательно. Недостаточное взаимопонимание участников разработки становится большой проблемой.

Значительные сложности при разработке сложной системы возникают также из-за различий естественного человеческого мышления и механизма машинной обработки информации: естественное мышление преимущественно непроцедурно, оно основано на ассоциациях и связях. Чёткая последовательность действий, необходимая для работы вычислительной машины, требует от разработчика трансформации своего непроцедурного мышления в жёсткое процедурное описание. Такой режим “ручной компиляции” является одним из основных источников серьёзных ошибок. Эти ошибки, к тому же, трудно обнаружимы, так как они возникают на этапе постановки задач.

С ростом сложности создаваемых систем важность указанных проблем начала значительно возрастать. Для их решения в конце XX века сформировалось новое направление системного программирования – непроцедурные языки программирования.

Непроцедурный язык *– это мощное средство разработки сложных программных систем, позволяющее сконцентрировать внимание разработчика на описании целей и правил, а не на последовательности действий по их реализации (т.е. описывается “что делать” вместо “как делать”).*

Непроцедурный язык ориентирован на конкретную предметную область (например, на автоматизацию технологических процессов на производстве). Различают два классических уровня реализации непроцедурного языка:

1. Формализованное описание предметной области и логики функционирования системы без генерации исполнительного кода. Такой непроцедурный язык называется языком спецификаций. Он используется как средство формализации задачи и её постановки программистам.
2. Полноценная управляющая система, построенная на непроцедурном языке. Сложности процедурной реализации перекладываются при этом на исполнительную систему, что обеспечивает ускорение разработки и значительное повышение надёжности создаваемых систем.

Уровни 1 и 2 часто становятся этапами создания непроцедурного языка. Так, в частности, произошло и с языком “САРГОН” [1, 2].

2. САРГОН НЕПРОЦЕДУРНЫЙ ЯЗЫК ДЛЯ АСУ ТП

Для программного обеспечения ПТК "САРГОН" непроцедурный язык программирования стал теоретической, а затем и практической, основой. Точнее сказать, первая версия ПО "САРГОН" была разработана в 1991 г. для решения практической задачи создания АСУ ТП высокого уровня сложности. В процессе разработки, при решении возникавших проблем, последовательно было применено несколько современных технологий системного программирования, которые сформировали в совокупности облик непроцедурного языка [3].

Классифицировать придуманное как непроцедурный язык помог автору через год Задыхайло Игорь Борисович – его научный руководитель с кафедры Системного программирования факультета Вычислительной математики и кибернетики МГУ, где автор завершал в это время второе образование. Это дало значительный импульс дальнейшему развитию системы, так как позволило использовать теоретическую базу целого направления системного программирования [4, 5].

Язык "САРГОН" решает следующие задачи по разработке системы:

1. Классификация элементов автоматизированного технологического комплекса (АТК), включающего в себя автоматизируемый объект и АСУ ТП.
2. Перечисление и описание основных характеристик элементов АТК.
3. Описание связей между элементами АТК.
4. Описание внутренней логики функционирования типовых элементов АТК.

После завершения этапа разработки производится генерация согласованных между собой комплектов документации, исполнительных кодов программ и конфигураций для всех вычислительных узлов системы.

Основами непроцедурного языка "САРГОН" стали:

- **Объектный подход** с представлением автоматизированного технологического комплекса как совокупности типовых программных моделей.
- **Использование математической модели конечного автомата** как основы для построения типовой программной модели.
- **Единая реляционная база** данных системы, в которой аккумулируются все описания и из которой генерируются документация, исполняемый код и конфигурации.
- **Сквозное проектирование** – поддержка всех этапов жизненного цикла и всех участников процесса создания системы.

Объектный подход стал в последнее время общепризнанной технологией создания сложных систем, поэтому повторять его преимущества не будем. В "САРГОН" объектный подход используется во всей полноте:

1. Каждому типу элемента АТК в языке "САРГОН" соответствует типовая программная модель, которая воспроизводит логику его функционирования. Типы объединены в иерархию классов с наследованием свойств.
2. Каждому элементу АТК в "САРГОН" соответствует экземпляр модели соответствующего типа, воспроизводящая его состояние и осуществляющая управление "своим" элементом АТК.
3. Организация взаимодействия программных моделей между собой и с внешней средой реализована на системном уровне и со стороны разработчика требует лишь описания связей между элементами АТК. При этом каждая модель функционирует в собственном потоке исполнения логически параллельно с другими моделями. Естественный параллелизм языка "САРГОН" избавляет пользователя от искусственного объединения в одно дерево выполнения слабо связанных процессов и обеспечивает технологически естественную декомпозицию сложной задачи управления на набор значительно более простых.
4. Обмен информацией между моделями производится как путём передачи данных с выходов одних на входы других моделей, так и путём передачи команд и сообщений между моделями в целом. Передача и исполнение команд осуществляется с учётом приоритета, блок приоритетов также реализован на системном уровне.

Математическая модель конечного автомата как основа для построения типовой программной модели изначально использовалась в "САРГОН" с целью повышения надёжности прикладного ПО. Такая основа обеспечивает:

- гарантированную детерминированность процесса управления и невозможность попадания системы в непредусмотренное программой состояние;

- единообразность процедур контроля и вычисления состояния объектов различного типа;
- единообразность выполнения операций по управлению объектами всех уровней: от клапана до технологической установки/энергоблока в целом;
- возможность эффективного управления системными ресурсами (каналами связи, базами данных и т.п.), представляемыми в языке как системные модели.

"Модельное" строение программ обеспечивает возможность полномасштабной проверки технологических программ управления любого объекта (от клапана до энергоблока включительно) на АРМ инженера АСУ ТП. Для проверки используется эффективная система отладки и моделирования из системы программирования "САРГОН", которая обрабатывает код, подготовленный для выполнения в реальном времени. В библиотеке системы программирования есть набор имитаторов типовых элементов, при подключении которых дополнительного программирования для моделирования не требуется.

Единая реляционная база данных – основа любой современной SCADA- и SoftLogic-программной системы – обеспечивает четкость и однозначность программного описания объекта и системы управления за счет нормализации структуры описания и уникальности ключа каждого компонента. Так как в ПТК "САРГОН" технология единой реляционной базы заложена в ядро системы, её преимущества полноценно использованы:

- SCADA (включая MES-компоненты) и SoftLogic-системы полностью интегрированы, по базе данных – любой компонент объекта или АСУ ТП описывается в базе данных однократно и затем используется во всех программных системах ПТК "САРГОН".
- Обеспечивается автоматическое отслеживание изменений, вносимых в описание любого компонента системы.
- Обеспечивается взаимное соответствие программного кода, документации и конфигураций ПО, так как они автоматически генерируются из единой базы данных.

Сквозное проектирование поддержка всех этапов жизненного цикла АСУ ТП и всех участников процесса создания системы. Этот принцип также был изначально заложен в языке "САРГОН" и чётко реализован во всех программных компонентах ПТК.

При этом непроцедурность языка "САРГОН" не превращается в фетиш – там, где естественным описанием является процедурное, например, в алгоритмах переключений, оно активно используется. Связывание различных форм описания в единое целое осуществляется автоматически на системном уровне, что является важным практическим достоинством языка "САРГОН".

3. ВАЖНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЯЗЫКА "САРГОН"

Прежде, чем рассматривать реализацию языка "САРГОН" в программно-техническом комплексе, отметим несколько важных особенностей, определяющих возможности языка.

Трёхуровневая иерархия Блок моделей/Класс/Тип

Как полноценная объектная система, "САРГОН" поддерживает многоуровневую иерархию классов с наследованием, инкапсуляцией, перегрузкой операций и другими свойствами, хорошо известными системным программистам. Однако, для большинства пользователей, пишущих технологические программы, иерархия сводится всего к трём уровням с чётким технологическим смыслом:

1. **Блок моделей** ("суперкласс") – объединяет все типовые программные модели общего технологического назначения. Например: блок моделей аналоговых технологических параметров, блок моделей дискретных технологических параметров, блок моделей арматуры, блок сложных алгоритмических моделей, блок моделей сетевых каналов связи, блок моделей контроллеров и т.д. Блок моделей в "САРГОН" имеет набор базовых свойств, который присущ всем входящим в него объектам.
2. **Класс моделей** – объединяет все типовые программные модели из конкретного блока с общими принципами функционирования. Например: класс запорной арматуры, класс регулирующей арматуры. Все объекты одного класса имеют свой общий набор свойств.
3. **Тип моделей** – объединяет все модели конкретного класса, имеющие одинаковые наборы параметров и методы их обработки. Например: задвижка с уплотнением на

закрытие, задвижка без уплотнения на закрытие, запорный клапан, свеча безопасности и т.д.

Такое трёхуровневое представление, являющееся частью непроцедурного языка "САРГОН", позволяет разработчикам АСУ ТП использовать все преимущества объектного подхода, не погружаясь в тонкости системного программирования.

Виды связей между программными моделями

В языке "САРГОН" предусмотрено два вида связей между программными моделями:

1. Между входным параметром одной модели (приёмника) и выходным параметром другой модели (источника) – классический способ связи, между компонентами прикладной программы, поддерживаемый во всех языках технологического программирования. В языке "САРГОН" он используется для передачи данных между программными моделями.
2. Между двумя программными моделями, находящимися в технологической связи мастер-подчинённый (например, горелка является мастером для установленного на ней клапане, а клапан, в свою очередь, мастером для ключа ручного управления собой). В "САРГОН" с помощью этого типа связи мастер получает информацию о состоянии подчинённых, передаёт подчинённым команды и контролирует допустимость выполнения команд, поступающих "со стороны" (в том числе, от оператора).

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ АСУ ТП НА ЯЗЫКЕ "САРГОН"

Из перечисленных в разделе 2 четырёх задач непроцедурного языка три относятся к процессу проектирования:

1. Классификация элементов автоматизированного технологического комплекса (АТК), включающего в себя автоматизируемый объект и АСУ ТП.
2. Перечисление и описание основных характеристик элементов АТК.
3. Описание связей между элементами АТК.

Для выполнения этих задач в состав ПО "САРГОН" входит система сквозного проектирования TkAconf. Она имеет следующие свойства:

- Вся информация о проекте АСУ ТП хранится в единой реляционной базе данных с высокой степенью нормализации.
- Поддерживается многопользовательский режим работы над проектом с возможностью одновременного внесения изменений с нескольких АРМ и автоматической блокировкой взаимно-недопустимых действий.
- Поддерживается мультипроектная разработка (ведение неограниченного количества проектов на одном сервере баз данных системы TkAconf) с автоматизированным межпроектным копированием связных блоков информации (проекта в целом, управления конкретным технологическим узлом, управления с конкретного контроллера и т.п.). Для каждого проекта система создаёт свою базу данных, предоставляя при этом широкие возможности одновременной работы с несколькими базами.
- Система содержит широкий набор справочников, объединённых в отдельную реляционную базу данных, информация из которой может использоваться во всех проектах АСУ ТП. Набор справочников имеет структуру, аналогичную типовому проекту, и содержит типовые решения для всех категорий компонентов АТК.

Среди выполняемых функций, в первую очередь, необходимо отметить следующие:

- контроль полноты, непротиворечивости и целостности информации о проекте;
- автоматическое отслеживание изменений, вносимых в элементы, во всех разделах проекта;
- автоматизация процесса проектирования, включая автоматическую генерацию согласованных конфигураций ПО всех вычислительных узлов АСУ ТП;
- выдача документации по проекту привязки ПТК, генерация связей с графической САПР в части КИПиА.

Система TkAconf имеет интуитивно-понятный современный интерфейс, удобный для пользователя, который обеспечивает различные способы представления информации:

- табличный с развитыми механизмами фильтрации, упорядочивания и группировки;
- графический в виде "дерева", в том числе, построенного пользователем;

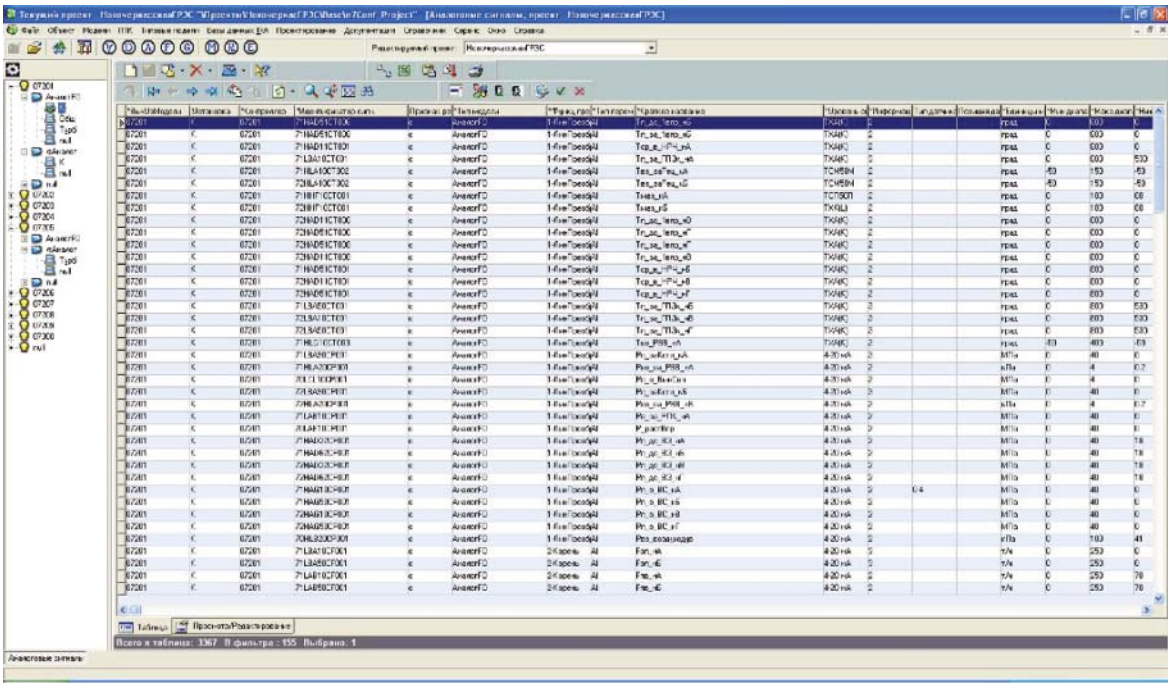


Рис. 1. Таблично-графическое представление перечня аналоговых параметров в TkAconf

- специализированной формы редактирования конкретного типа компонента АТК;
- их различных сочетаний (рис. 1).

Состав проекта:

- Описание объекта автоматизации и его элементов: структура объекта, исполнительные устройства, датчики технологических параметров (аналоговых и дискретных) содержатся в разделе “Объект”.
- Описания средств автоматизации: вычислительных узлов, модулей ввода-вывода, каналов ввода-вывода, сетей, конфигурационных групп и т.д. – содержатся в разделе “ПТК”.
- Описания моделей (типовых и конкретных моделей, соответствующих объектам автоматизации — арматура, аналоговые, дискретные, алгоритмические) и групповых операций с моделями содержатся в разделах “Модели” и “Типовые модели”.
- Общими для всех проектов являются Справочные таблицы, которые представляют собой справочную базу данных и доступны в разделе “Справочник” каждого проекта.

Система проектирования АСУ ТП на языке “С*А*РГОН” поддерживает технологию **“Сквозное проектирование”**:

1. Работу над проектом в среде TkAconf начинают сразу после принятия решения о создании новой АСУ ТП.
2. Работу выполняют в следующем порядке:
   - Регистрация и настройка проекта.
   - Анализ объекта автоматизации.
   - Разработка и согласование технического задания.
   - Разработка и выполнение рабочего проекта.
   - Формирование и тестирование конфигурационных файлов.
   - Формирование проектной документации.

Результатами работы системы конфигурирования TkAconf являются:

- база данных проекта, содержащая полную информацию об объекте и системе;
- документация (содержательные приложения к документам ТЗ, ОТР, ИО, ПО);
- конфигурации для исполнительных систем реального времени всех контроллеров, АРМ и серверов АСУ ТП.

Таким образом, реализация непроцедурного языка “С*А*РГОН” в системе сквозного проектирования TkAconf является эффективным средством описания элементов объекта автоматизации и АСУ ТП, связей между ними, процесса автоматизированного проектирования.

5. ПРОГРАММИРОВАНИЕ АСУ ТП НА ЯЗЫКЕ “С*А*РГОН”

На долю системы непроцедурного программирования ложится самая сложная из

перечисленных в разделе 2 задач непроцедурного языка – описание логики функционирования типовых элементов АТК. Несмотря на объектно-компонентную декомпозицию объекта и АСУ ТП, на порядок снизившую сложность её решения, она остаётся наиболее трудоёмкой как на этапе разработки, так и наладки.

Система программирования TkAprog разработана для решения этой задачи непроцедурного языка "СА́РГОН". TkAprog обеспечивает составление высоконадёжных технологических программ и их эффективную отладку.

Система технологического программирования выполняет следующие функции:

- создание и редактирование типовых алгоритмов автоматизации любой сложности;
- создание и редактирование библиотеки типовых алгоритмов;
- автоматическая компиляция типового программного модуля с получением объектного файла для управления объектом автоматизации в режиме реального времени;
- контроль непротиворечивости и целостности информации обо всех типовых программных моделях проекта;
- отладка типовой программной модели в режиме имитации и в режиме реального управления на объекте автоматизации;
- автоматическое отслеживание изменений, вносимых в типовые модели и компоненты, во всех разделах проекта;
- выдача документации по проекту.

Система технологического программирования на непроцедурном языке обеспечивает:

- Представление сложного алгоритма управления типовым объектом в виде набора простых и интуитивно-понятных форм (табличных, графических, текстовых).
- Раздельное описание нормального хода процесса и действий в исключительных ситуациях (в соответствии с логикой технолога, зафиксированной в любой инструкции).
- Реализацию на системном уровне механизма диспетчеризации параллельно выполняющихся процессов (разработчику в большинстве случаев можно не задумываться об организации программного цикла).
- Реализацию на системном уровне блока приоритетов для передачи и выполнения команд с возможностью явного указания приоритетов команд, запретов, блокировок.
- Проверку непротиворечивости независимо составленных описаний компонентов объекта и системы.
- Возможность имитационного выполнения технологических программ для их отладки на полигоне.

В "СА́РГОНе" реализованы три уровня свободы программирования типовой модели разработчиком АСУ ТП. Все типовые модели, относящиеся к одному блоку моделей, имеют одинаковый уровень свободы программирования:

1. Логика работы модели настраивается выбором вариантов из меню и значениями коэффициентов. Изменение типовой логики разработчиком АСУ ТП невозможно.
2. Логика работы модели задаётся таблицей состояния модели. Разработчик АСУ ТП может составить и изменить типовую логику работы модели в фиксированном формате описания.
3. Логика работы модели полностью задаётся разработчиком АСУ ТП. Язык содержит удобные формы составления программ и типовые библиотечные элементы, но разработчик имеет возможность дополнить их произвольным кодом на стандартных языках ST и FBD.

Рассмотрим подробнее особенности каждого уровня и их назначение:

1. Главными достоинствами моделей уровня программирования 1 являются простота и эффективность работы в режиме реального времени. Логика функционирования модели задана в самой виртуальной машине "СА́РГОН" (в коде на языке C++). Разработчик АСУ ТП имеет возможность выбрать подходящий класс модели, один из поддерживаемых выбранным классом типов, изменять значения констант (в системе проектирования) и коэффициентов (в системе реального времени). При этом трёхуровневая иерархия "блок моделей/класс/тип", описанная в разделе 3, в дополнение к эффективности работы обеспечивает сочетание простоты использования типовых моделей в проекте (привязка в большинстве случаев осуществляется автоматическими процедурами системы проектирования) и гибкости. Например, для моделей аналоговых технологических параметров: алгоритм функции сигнализации о превышении значением параметра уставки описан в классе модели, уровень сигнализации (предупредительная или аварийная) и текст сообщения – в типе модели, а величина уставки – коэффициентом модели конкретного аналогового параме-

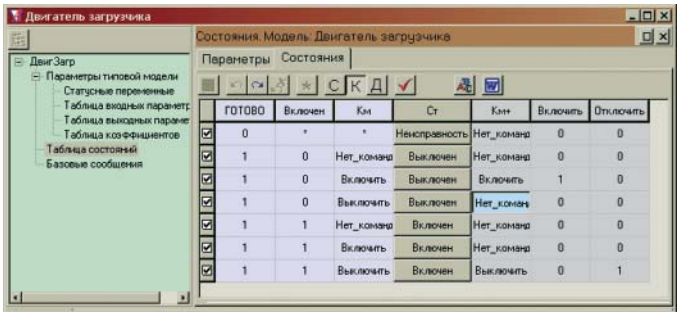


Рис. 2. Таблица состояний типовой модели арматуры "Двигатель загрузчика"

тра. Эффективность и простота применения логики этого уровня обеспечили ему активное использование – модели уровня 1 составляют большинство блоков моделей: моделей дискретных технологических параметров, моделей аналоговых технологических параметров, всех блоков системных моделей (каналов связи, баз данных, модулей УСО и т.п.). В общем числе программных моделей АСУ ТП модели уровня 1 также преобладают и составляют от 70 до 90 % в разных системах.

2. Логика функционирования типовой модели уровня программирования 2 задаётся таблицей состояния модели. Разработчик АСУ ТП имеет возможность в наглядной табличной форме и с высокой надёжностью описать алгоритм управления среднего уровня сложности (рис. 2) – в левых столбцах таблицы перечислены все возможные комбинации критериев состояния модели, а в правых – выполняемые в идентифицированном состоянии действия. Такие типовые модели по эффективности работы в реальном времени близки к моделям уровня 1, но сложность алгоритмов, кодируемых автоматной таблицей, ограничена – описание в такой форме алгоритма высокой сложности получается трудоёмким и трудно воспринимаемым. В языке "С*А*РГОН" на этом уровне свободы описываются алгоритмы всего одного, но очень важного блока моделей – арматуры. Использованная форма описания логики работы гарантирует по построению, что арматура не может оказаться в не предусмотренном технологической программой состоянии. Так как класс арматуры является базовым для реализации функции дистанционного управления и отработки технологических защит, гарантированная надёжность является важным свойством типовых моделей уровня программирования 2. В различных проектах доля программных моделей уровня 2 составляет от 0 (в некоторых информационных системах) до 30 %.
3. Все типовые модели с уровнем свободы программирования 3 собраны в одном блоке моделей – "Алгоритмические модели". Технологическая программа для типовой модели этого блока на языке "С*А*РГОН" представляет собой совокупность форм заданной структуры (*секций*):
   - *Таблица параметров* – описывает данные, обрабатываемые моделью и ее взаимодействие по данным с другими моделями. Алгоритмы модели могут использовать только те параметры, которые описаны в таблице. Такая локализация обеспечивает независимость алгоритмов от внешнего окружения (привязка формальных параметров к фактическому размещению в контроллере выполняется автоматизированной процедурой системы проектирования).
   - *Таблица исполнителей команд* – описывает все модели, на которые данная модель посылает или запрещает команды. Выдавать команды и налагать запреты можно только на модели, указанные в данной таблице. Это обеспечивает возможность построения сложных многокомпонентных программ, не привязанных к конкретной аппаратной реализации. Привязка также осуществляется автоматизировано в системе проектирования.
   - *Таблица перечислимых типов* – содержит описание всех значений параметров перечислимого типа, используемых в данной типовой модели. Например, параметр перечислимого типа "Состояние задвижки" принимает значения: "Открыта", "Закрыта", "Неисправна", "Открывается", "Закрывается" и т.п. Именно к таким переменным относятся в языке "С*А*РГОН" все состояния и команды. Использование параметров перечислимого типа намного более естественно для человека, чем машиноориентированных "0/1".
   - *Таблица состояний* – описывает идентификацию состояния модели по значениям её параметров. Использование математической модели конечного автомата как основы построения этой таблицы

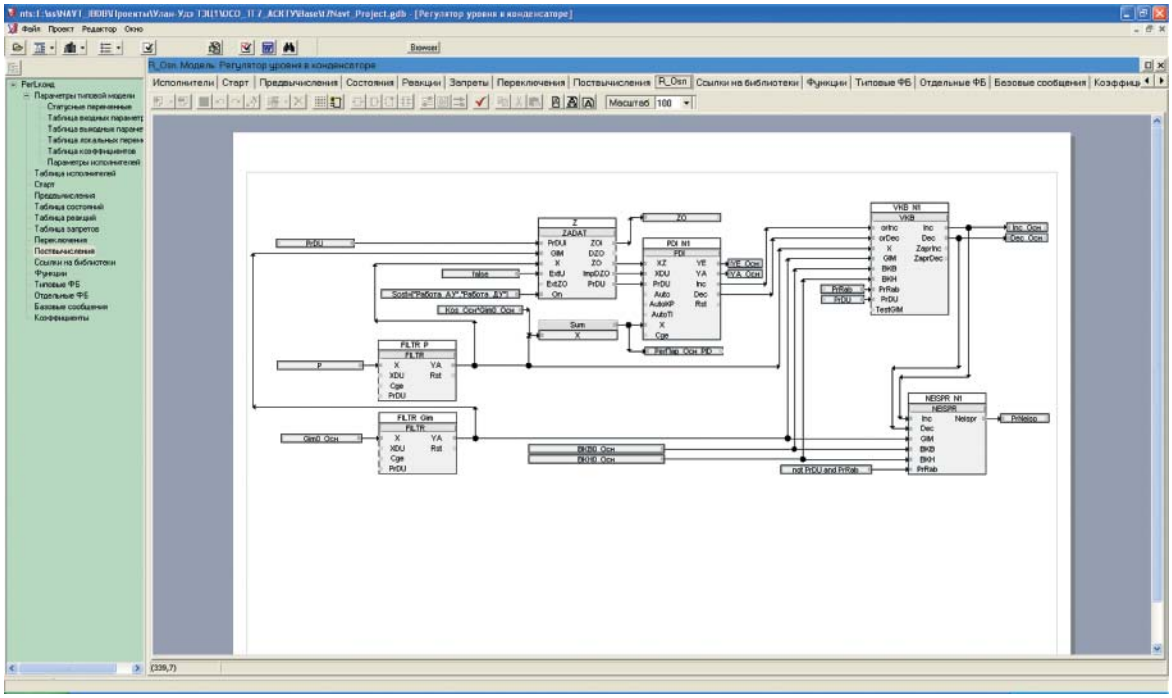


Рис. 3. Регулятор уровня конденсата в конденсаторе

гарантирует непротиворечивость и наглядность описания функции вычисления состояния модели, что обеспечивает наблюдаемость и управляемость модели в любом режиме её функционирования. В отличие от моделей с уровнем программирования 2, исполнительной части эта таблица не содержит.

- *Таблица реакций* – в наглядной табличной форме описывает все существенные для модели события, и ответные реакции модели на эти события. В том числе, описываются все нештатные ситуации. Реакция или осуществляет одномоментный блок действий (одношаговая реакция), или запускает многошаговое *Переключение*. Все реакции выполняются параллельно.
- *Таблица запретов* – описывает запреты на передачу команды подчиненным. Виртуальная машина "САРГОН" обеспечивает автоматическое отслеживание таблично описанных запретов с учётом всех факторов: запрещаемые команды могут исходить от оператора, от физических органов управления, от других программных моделей; на одно действие одновременно может быть наложено несколько запретов с разными приоритетами, которые снимаются и устанавливаются в разной последовательности и т.д. Результат действия запрета (команда проходит подчинённому, или отбрасывается) определяется соотношением приоритетов запрета и поступившей команды.
- *Таблицы переключений* – описывают все переключения модели (последовательности действий, приводящие к изменению состояния модели). Переключения могут быть инициированы или внешней командой (от оператора, от другой программной модели, от ключа управления), или Реакцией. Переключения состоят из последовательности шагов, каждый из которых имеет условие начала, блок выполняемых на шаге действий и условие окончания.
- *Вычислительные блоки* – свободно программируемые части технологической программы на языке "САРГОН". Блоки пишутся на языках ST и FBD из стандарта МЭК 61131-3. FBD-диаграмма для TkAprog является стандартным вызовом функции, поэтому она может быть вставлена в любое место программы, написанной на ST. Классическим примером применения FBD является описание работы контура регулирования (рис. 3).

Свободная форма программирования секций вычислительных блоков "С*А*РГОН" (их в описании модели три: *Старт* – выполняется однократно при первом вызове модели, *Предвычислений* – выполняется в каждом программном цикле до всех остальных секций модели и *Поствычислений* – выполняется последней в программном цикле) позволяет разработчику АСУ ТП описать всю логику работы модели, не используя особенности непроцедурного языка. В этом случае программа деградирует до стандартной процедурной на МЭК 61131-3 с расширением на возможности объектного подхода. Но научившиеся программировать на языке "С*А*РГОН" никогда на это не согласятся!

Разделение описания логики работы модели на указанные формы обеспечивают максимальную ясность технологического смысла каждого выражения и перекладывают на системный уровень организацию взаимодействия между ними.

В правильно спроектированной АСУ ТП на языке "С*А*РГОН" доля алгоритмических моделей невелика и редко превышает 10 %, но их обработка часто занимает больше 50 % времени программного цикла контроллера.

6. ЕЩЁ РАЗ О НАДЁЖНОСТИ АСУ ТП, РАЗРАБОТАННОЙ НА ЯЗЫКЕ "С*А*РГОН"

Язык непроцедурного программирования "С*А*РГОН" создавался для применения в АСУ ТП особо опасных объектов, поэтому надёжность создаваемых систем была одним из главных приоритетов при разработке языка и его реализаций.

Кроме упоминавшихся выше средств повышения надёжности: наглядности и естественности описаний, возможности доказательства правильности программ, реализации трудоёмких операций на системном уровне используется множество других средств, повышающих надёжность систем на "С*А*РГОН". Например:

- **Многозначная логика.** Во-первых, в языке предусмотрена универсальная обработка недостоверных данных. Так как контроль достоверности данных, используемых для принятия ответственных решений, составляет значительную часть технологической программы в АСУ ТП опасных объектов, то системная реализация логики с учётом достоверности позволяет значительно упростить программы и повысить их надёжность. Во-вторых, возможность использования многозначных переменных перечислимого типа вместо двузначных 0/1 также позволяет сократить сложность и повысить надёжность многих программ.
- **Корректность программ на языке ST по построению.** Одной из наибольших угроз надёжности разрабатываемых технологических программ являются тривиальные ошибки разработчика АСУ ТП в процессе написания текста программы (несогласованное открытие/закрытие простых и операторных скобок, ошибочное написание идентификаторов переменных, бесконечные циклы и т.п.). Примеры тяжёлых последствий таких ошибок оказали существенное влияние на весь ход развития языков программирования. В языке "С*А*РГОН" для максимального сокращения числа подобных ошибок реализован редактор языка ST, обеспечивающий корректность программ "по построению":
  - выбор параметров производится из списка доступных и допустимых по типу переменных;
  - выбор операций из перечня допустимых для указанных операндов;
  - операторы управления вставляются согласованными блоками (например, IF-THEN-ELSE) и удаляются только целиком;
  - бесконечные циклы запрещены;
  - глубина вложенности циклов ограничена и т.д.

7. ИСПОЛНЕНИЕ ПРОГРАММ НА НЕПРОЦЕДУРНОМ ЯЗЫКЕ "С*А*РГОН"

Исполнение технологических программ, написанных на непроцедурном языке "С*А*РГОН", реализовано через виртуальную машину языка, которая устанавливается на все компьютеры и контроллеры оперативного контура АСУ ТП и обеспечивает:

- Загрузку и исполнение программ, написанных на непроцедурном языке, в контроллерах и на АРМ операторов.
- Высокую эффективность выполнения программ в реальном времени (используется генерация промежуточного кода с Just-In-Time компиляцией, или прямая компиляция в объектный код; эффективность исполнения кода соответствует C++ и значительно выше, чем у программ, использующих любые формы OLE (в том числе OPC)).

- Переносимость прикладных программ на вычислительные платформы различного типа как по ОС, так и по типу процессорного ядра (виртуальная машина уже трижды переносилась на новые ОС и процессорные платформы).
- Независимость текста прикладных программ от типов и конфигурации аппаратных средств.
- Отладку технологических программ в терминах и формах непроцедурного языка.
- Имитационную загрузку и отладку программ из всех контроллеров оперативного контура на одном АРМ инженера АСУ ТП.
- Удалённую отладку программ на контроллерах (пошаговую и в реальном времени).

При использовании языка “С*А*РГОН” для создания распределённых систем управления важна способность виртуальной машины языка осуществлять динамическое связывание моделей, расположенных на разных узлах сети:

- Виртуальная машина при загрузке обнаруживает потребность в данных с других контроллеров и автоматически конфигурирует соответствующие каналы и кадры обмена.
- В системе реального времени активно используется динамическое связывание между программными моделями при загрузке программ по идентификаторам (уникальным именам). Это позволяет минимизировать описание связей при разработке прикладного ПО.

Большие преимущества перед традиционными даёт использование непроцедурного языка в процессе наладки АСУ ТП:

- Модельный характер компонентов системы максимально облегчает процесс имитационного моделирования работы АСУ ТП на АРМ разработчика и на полигоне.
- Многоуровневая декомпозиция объекта и системы делает каждый её элемент легко контролируемым и управляемым.
- Таблично-диаграммная форма большинства описаний технологической программы обеспечивает наглядность представления информации (рис. 4).

8. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ПРИМЕРЫ НЕПРОЦЕДУРНЫХ ЯЗЫКОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ АСУ ТП

Непроцедурные языки как языки спецификаций начали использоваться ещё в 60-х годах XX века. Исполняемые непроцедурные языки появились в конце 80-х годов XX века [5].

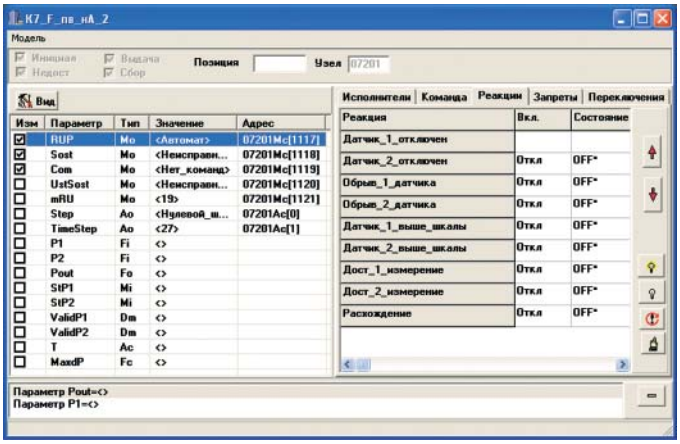


Рис. 4. Отладочное окно аналогового технологического параметра

Однако широкого распространения в АСУ ТП они не получили, несмотря на серьёзные преимущества, обеспечиваемые их применением. До недавнего времени, кроме “С*А*РГОНа”, автору были известны примеры применения непроцедурных языков для АСУ ТП только в аэрокосмической и военной сфере (в том числе, в ПО авионики Airbus).

В стандартах Газпрома для описания логики работы АСУ ТП используются “причинно-следственные таблицы”, которые являются локальным языком спецификаций.

В последнее время существенно пробудился интерес к непроцедурным языкам в Росатоме. После аварии на АЭС “Фукусима” МАГАТЭ ужесточила требования к безопасности атомных станций, что привело к пониманию необходимости большей формализации процесса разработки алгоритмов и их перевода в исполняемый код. Следствием этого понимания стал запуск в нескольких институтах Росатома процесса разработки собственных непроцедурных языков. Пока эти процессы находятся в начальной стадии.

Автор и коллектив “НВТ-Автоматика” готовы способствовать разработкам коллег для применения непроцедурных языков в АСУ ТП в новых отраслях промышленности.

9. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение непроцедурных языков программирования – одно из наиболее перспективных направлений развития АСУ ТП. В последние годы, в связи с ростом требований к надёжности систем управления, разработка непроцедурных языков значительно активизировалась, но часто производится разработ-

чиками неосознанно, что заставляет их "изобретать велосипед".

В ПТК "САРГОН" непроцедурный язык программирования заложен в основе системы, успешно применяется и развивается в течение 25 лет. Его использование обеспечило следующие свойства ПО "САРГОН":

- Гарантированная надёжность технологических программ.
- Эффективное средство формализации описаний.
- Поддержка всех уровней и всех этапов жизненного цикла системы управления.
- Мультипроектная поддержка с эффективным тиражированием.
- Встроенная поддержка имитационного моделирования.
- Независимость прикладных программ от конфигурации ПТК.

Использование передовой технологии – непроцедурного языка программирования – одна из важных составляющих высокой надёжности АСУ ТП на базе ПТК "САРГОН", отмечаемой нашими заказчиками.

Список литературы

1. *Менделевич В.А.* Диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук "Система сквозного проектирования автоматизированных систем управления промышленными объектами на примере энергетических станций", МГУ им. Ломоносова – Москва, 1997.
2. *Менделевич В.А.* Программные средства ПТК "САРГОН 6.5" – Автоматизация и IT в энергетике, № 6, 2010.
3. *Менделевич В.А.* Непроцедурные языки – новое поколение средств разработки АСУ ТП – Промышленные АСУ и контроллеры № 1, 2000.
4. *Агафонов В.Н.* Спецификации программ: понятийные средства и их организация. – Новосибирск: Наука, 1990.
5. *Андрианов А.Н., Ефимкин К.Н., Задыхайло И.Б.* Непроцедурный язык Норма и методы его реализации // 1990. Сборник Языки и параллельные ЭВМ. С. 1-37.

Менделевич Владимир Анатольевич *– канд. физ.-мат. наук, генеральный директор ООО "НТЦ НВТ-Автоматика".*
Телефон (495) 361-23-34. E-mail: mail@nvtav.ru

НОВОСТИ

«ЭЛСИБ» ЗАВЕРШИЛ ОТГРУЗКУ ТУРБОГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ПАВЛОДАРСКОЙ ТЭЦ-3

Первый узел, статор турбогенератора ТФ-125-2У3, был доставлен 21 октября на Павлодарскую ТЭЦ-3, расположенную на северо-востоке Республики Казахстан.

По контракту с АО "Павлодарэнерго" "ЭЛСИБ" производит замену турбогенераторов на одной из крупнейших теплоэлектроцентралей города.

"*Это третий турбогенератор, который мы поставляем заказчику*, – говорит специалист по продажам Дмитрий Дедигуров, – *агрегат предназначен для станционного блока № 6. Ранее аналогичные поставки ТФ-125-2У3 были осуществлены в 2014 и 2015 годах на блоки № 5 и № 4 ТЭЦ*-3".

Турбогенератор с воздушным охлаждением – оптимальный выбор для ТЭЦ-3 с повышенными требованиями к маневренности и простоте обслуживания оборудования, отметил заказчик. В процессе эксплуатации данный тип электрической машины является более удобным и безопасным.

Разгрузка статора на Павлодарской ТЭЦ-3

НПО "ЭЛСИБ" ПАО – единственное энергомашиностроительное предприятие за Уралом, специализирующееся на проектировании и производстве турбогенераторов, гидрогенераторов, асинхронных и синхронных электродвигателей для различных отраслей промышленности более 60-ти лет. "ЭЛСИБ" – это предприятие, которое обладает серьезным научным потенциалом. Сегодня более 30% генерирующей мощности электростанций России приходится на генераторы "ЭЛСИБа". Генераторы и двигатели производства НПО"ЭЛСИБ" ПАО поставлены более чем в 50 стран мира.

Подробности о компании на веб-сайте: www.elsib.ru

АНТРАКС
ЭНЕРГИЯ ПОД КОНТРОЛЕМ

25 ЛЕТ ИННОВАЦИЙ В ЭНЕРГЕТИКЕ

СРЕДСТВА РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ:

- РЕГУЛЯТОРЫ ПОЛОЖЕНИЯ ПРИВОДА РПН
- УКАЗАТЕЛИ ПОЛОЖЕНИЯ ПРИВОДА РПН

СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ ЛЭП:

· ИНДИКАТОРЫ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ · ДАТЧИК ОБЛЕДЕНЕНИЯ
· КОМПЛЕКС МОНИТОРИНГА

www.антракс.рф

8-800-500-17-92

ЗАДАЧА ПОИСКА ОЗЗ В СЕТЯХ С ИЗОЛИРОВАННОЙ И КОМПЕНСИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ

А.С. КАРТАШЕВ (МНПП АНТРАКС), А.А. РУКАВИЦЫН (ФГУП СКБ ИРЭ РАН), А.А. КУЧЕРЯВЕНКОВ (ИРЭ РАН им. В.А. Котельникова)

В статье рассматриваются проблемы трендового направления Smart Grid: выбор устройств для мониторинга линий электропередачи и их применение в российской энергосистеме. Авторами проводится обзор направлений развития указателей повреждённого участка, монтирующихся на воздушную линию электропередачи, с целью корректного обнаружения ОЗЗ в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью. Вкратце даётся обзор результатов испытаний устройств определения повреждённого участка, проведённых ПАО "Ленэнерго" весной 2016 года.

Ключевые слова: *указатель повреждённого участка, мониторинг сети, направленное УПУ, испытание УПУ.*

Один из ведущих трендов современной мировой электроэнергетики – построение систем Smart Grid, повышающих эффективность и бесперебойность энергоснабжения, улучшающих основные индексы надёжности энергосистемы – SAIDI, SAIFI и CAIDI. Премьер-министр Дмитрий Медведев 28 сентября на совещании в подмосковных Горках заявил о необходимости повсеместного внедрения "умных" электросетей в России. Сети должны уметь быстро реагировать на изменения и возникающие проблемы и прогнозировать их. Российские энергетические компании, начавшие реализовывать "смарт"-сети, столкнулись со сложностью подбора оборудования для мониторинга распределительных электросетей, способного качественно выполнять свои функции в российских реалиях.

Максимальную протяжённость в передающих и распределительных энергетических компаниях имеют воздушные сети среднего класса напряжения. Они зачастую являются "слабым звеном" энергосистемы, поскольку легко повреждаются из-за климатических воздействий, старения оборудования и множества других факторов. Воздушные линии электропередачи имеют разветвлённую структуру и зачастую пролегают в труднодоступной местности, что сильно осложняет поиск и ликвидацию повреждений. Особенностью российской энергосистемы является то, что сети среднего класса напряжения выполнены с изолированной и компенсированной нейтралью, что обуславливает чрезвычайно низкие аварийные токи в случае однофазных замыканий на землю. Оборудование немецких, китайских и других зарубежных производителей, испытываемое российскими региональными энергосистемами, в вопросе определения мест однофазного замыкания на землю в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью испытывают существенные сложности. Это связано с тем, что изначально эти устройства разрабатывались для зарубежных сетей с глухо-заземлённой или резистивно-заземлённой нейтралью.

Для поиска повреждений в распределительных сетях разработано множество методов, базирующихся на разнообразных физических принципах. Но для сетей среднего класса напряжения в мировой практике наиболее применимым на протяжении десятилетий остаётся топографический метод, основывающийся на том, что в разных участках сети устанавливаются указатели повреждённого участка. Популярность данного метода обусловлена тем, что он применим при топологии сети любой сложности, и не требует установки дорогостоящего подстанционного оборудования. В отличие от методов, подразумевающих поиск места повреждения персоналом, оснащённым специальными детекторами, топографический метод позволяет автоматизировать поиск аварийного участка.

Традиционно указатели повреждённого участка предназначены для определения места короткого замыкания в воздушной линии электропередачи и основаны на фиксации фак-

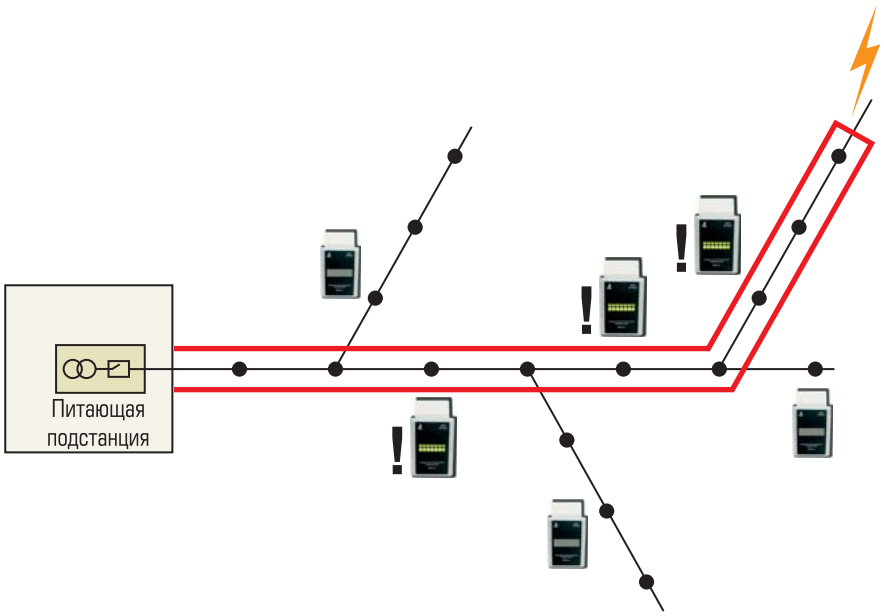


Рис. 1.
Принцип определения места повреждения с применением указателей повреждённого участка

та протекания высокого аварийного тока. Как известно, при коротком замыкании аварийный ток протекает от питающей подстанции к месту повреждения. Все указатели, расположенные на пути протекания аварийного тока, срабатывают и индицируют аварийную ситуацию. Указатели, расположенные в остальных участках сети, остаются не сработавшими. Ориентируясь на сработавшие и не сработавшие устройства, осуществляется локализация участка сети, где произошла авария (рис. 1).

Указатели могут отображать информацию об аварийной ситуации визуально, либо передавать диспетчеру. Указатели повреждённого участка отлично решают поставленную задачу в сетях с глухо-заземлённой или резистивно-заземлённой нейтралью, поскольку аварийный ток составляет сотни Ампер даже в случае однофазного замыкания на землю. Для успешного функционирования в таких сетях приборам достаточно чувствительности порядка 50 А, поэтому конструктивно данные устройства достаточно просты. В сетях с изолированной и компенсированной нейтралью подобные приборы могут фиксировать только межфазные замыкания.

В сети с изолированной нейтралью при однофазном замыкании на землю практически не протекает фазный аварийный ток, так как нейтраль сети никак не связана с землёй. Вместо фазного тока в сети появляется ток нулевой последовательности, носящий емкостной характер. Появление этого тока обусловлено тем, что линия обладает распределённой ёмкостью и в случае замыкания одной из фаз на землю, эта ёмкость начинает разряжаться через точку повреждения. Упрощённо данный процесс можно представить как стекание емкостных токов со всех сетей в место замыкания. Таким образом, ток нулевой последовательности присутствует не только на пути от питающего центра к месту повреждения, но и во всей сети, в том числе за местом повреждения и в неповреждённых отпайках. Величина аварийного тока в этом случае напрямую зависит от суммарной ёмкости линии. Как правило, в воздушных линиях среднего класса напряжения он находится в диапазоне от одного до 10 А. Классические указатели повреждённого участка не способны зафиксировать повреждение со столь малым током.

Сети с компенсированной нейтралью представляют ещё большую сложность для определения места повреждения топографическим методом. Благодаря дугогасящей катушке, емкостной ток ещё на порядок ниже, а большинство ОЗЗ являются самозатухающими. Это позволяет снизить нагрузку на сеть, однако сильно усложняет поиск ОЗЗ, так как длительность аварийного режима не превышает десятка миллисекунд. Большинство указателей повреждённого участка не обладают достаточной чувствительностью и быстродействием для фиксации подобных аварийных процессов.

Один из способов добиться срабатывания указателей в случае однофазного замыкания на землю в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью – это оснащение сети оборудованием, позволяющим кратковременно увеличить аварийный ток до величины, необходимой для фиксации аварии. Примером такого оборудования является шкаф заземления нейтрали. При появлении на питающей подстанции сигнала $3U_0$, шкаф заземления

нейтрали переводит сеть в режим резистивного заземления нейтрали. Через повреждённую фазу и резистор начинает течь ток, достаточный для срабатывания указателей. Для установки ШЗН необходимы свободные высоковольтные ячейки на подстанции. Как правило, при строительстве ПС закладываются резервные ячейки, но на практике чаще всего они уже заняты другим оборудованием. Также цена устройства шунтирования достаточно велика.

При применении шкафа заземления нейтрали необходимо максимально аккуратно подбирать величину заземляющего резистора таким образом, чтобы указатели могли гарантировано отделять аварийный ток от обыкновенного тока нагрузки и его изменения, при этом аварийный ток должен оставаться ниже порога срабатывания защиты. Следует учитывать, что не все указатели будут работать в таком режиме: ряд производителей обеспечивают в приборах контроль не только тока, но и напряжения. В случае, если вслед за превышением порога по току не произошло отключение воздушной линии защитой, такие указатели могут не срабатывать либо будут срабатывать ненадёжно в зависимости от величины переходного сопротивления ОЗЗ и заложенной уставки по напряжению. В случае, если ток шунтирования выше порога максимальной токовой защиты, и линия отключается, нарушается сам принцип построения сети, и её следует рассматривать как сеть с резистивной нейтралью. Ряд нормативных документов налагает ограничения на установку устройств типа шкафа заземления нейтрали на линии электропередачи в России, например, “Типовая инструкция по компенсации емкостного тока замыкания на землю в электрических сетях 6-35 кВ РД34.20.179 (ТИ34-70-070-87) УДК 621.3.014” и СО 153-34.20.501-2003 “Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации”.

Многие производители указателей повреждённого участка для работы в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью выпускают модели с повышенной чувствительностью. Лучшие приборы способны срабатывать при токе нулевой последовательности вплоть до двух Ампер. Такой чувствительности достаточно для срабатывания в случае ОЗЗ в подавляющем большинстве сетей с изолированной нейтралью. Однако в этом случае начинает влиять физическая природа тока ОЗЗ в сетях с изолированной нейтралью. Поскольку ток повреждения является током разряда распределённой ёмкости линии, и стекается со всех участков сети, то срабатывать будут не только указатели на участке между питающей подстанцией и местом повреждения, но и по всей остальной линии, что обесценивает результаты работы указателей.

Для отстройки от ложных срабатываний необходимо выбирать места установки приборов таким образом, чтобы суммарная ёмкость участка сети за установленным указателем не была значительной по отношению к остальной сети. В этом случае можно подобрать уставки срабатывания по току ОЗЗ так, чтобы срабатывание происходило только в случае повреждения на наблюдаемом участке. Подбор уставок – очень трудоёмкая задача, потому что требует расчёта токов нулевой последовательности, которые являются непостоянной во времени величиной и их расчёт не выполняется в полном объёме. В сетях с компенсированной нейтралью ситуация ещё сложнее: поскольку ток там компенсируется дугогасящей катушкой, даже чувствительности в два Ампера может быть недостаточно.

Альтернативным методом отстройки от ложного срабатывания является введение селективности по току нулевой последовательности. В применении к топографическим указателям поврежденного участка наиболее подходящий метод обеспечения селективности – определение направления потока мощности. В случае применения направленных указателей повреждённого участка локализация повреждения сводится к сравнению направления потока мощности, зарегистрированного указателями в разных участках сети (рис. 2). Очевидным преимуществом этого подхода является то, что установка подобных указателей не требует никаких модернизаций энергетического оборудования и при этом риск ложных срабатываний минимален. Данный сегмент сейчас достаточно молод, а направленные УПУ являются технологически очень сложными и наличием таких моделей может похвастаться далеко не каждый разработчик указателей.

С целью практического исследования указателей повреждённого участка в апреле 2016 года в ПАО “Ленэнерго” “Кингисепские электрические сети” были проведены испытания устройств различных производителей. Исследования проводились на участке линии 10 кВ и включали в себя несколько опытов двухфазного замыкания и несколько опытов однофазного замыкания на землю. В испытаниях

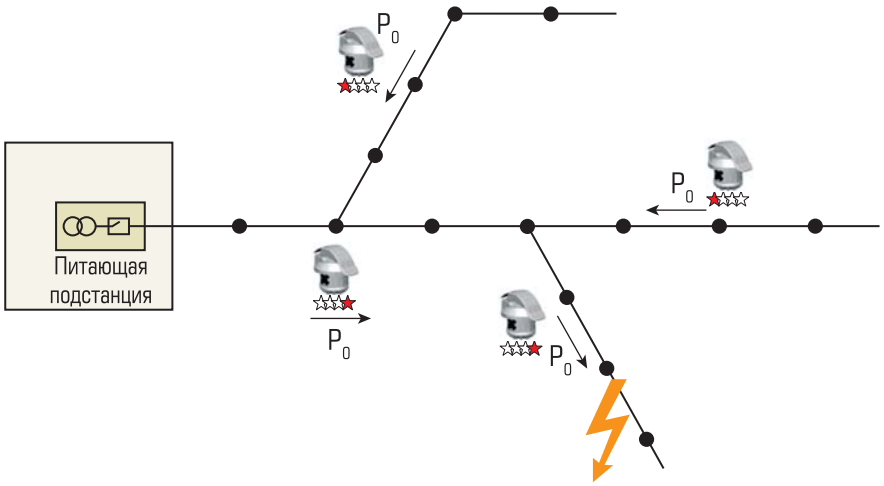


Рис. 2.
Определение места повреждения указателями, фиксирующими направление потока мощности

приняли участие приборы FI-3A1F производства CREAT (Китай), FLA3.1VS производства EMG (Германия), LT-111 и LT-110Eμ производства NorTroll (Норвегия) и ИКЗ-34МР производства АНТРАКС (Россия). Приборы FLA3.1VS, LT-111 и LT-110Eμ относятся к категории приборов с повышенной чувствительностью, приборы ИКЗ-34МР – к категории приборов с определением направления аварийных токов, приборы FI-3A1F – это простой указатель повреждённого участка, работающий только на короткое замыкание.

В опытах двухфазного замыкания все приборы отрабатывали согласно спецификации, но у приборов с повышенной чувствительностью FLA3.1VS и LT-110Eμ наблюдались проблемы при фиксации двухфазного замыкания на землю: в экспериментах срабатывали все три индикатора комплекта, что не позволяло определить повреждённую фазу.

В части однофазного замыкания на землю было приведено несколько экспериментов, в том числе, ОЗЗ после места установки индикаторов и ОЗЗ на соседнем фидере. Поставщик приборов FI-3A1F для решения задачи поиска ОЗЗ предлагает оснащение сети устройством шунтирования замыкания, кратковременной переводя ОЗЗ в двухфазное замыкание на землю, однако по понятным причинам оно не было установлено на линии. Надо отметить, что FI-3A1F контролирует наличие напряжения на линии, но ни производитель, ни поставщик не раскрывают тонкости работы совместно с УШЗ, поэтому надёжность срабатывания этих приборов по ОЗЗ осталась под вопросом. Последний эксперимент с повреждением соседнего фидера наглядно показал проблемы, возникающие при использовании индикаторов с повышенной чувствительностью. В этом эксперименте наблюдалось срабатывание индикаторов FLA3.1VS производства EMG, что может ввести в заблуждение ОВБ в случае поиска повреждения. Индикаторы LT-111 и LT-110Eμ производства NorTroll не зафиксировали повреждение, однако утверждать, что они работают корректно в данной ситуации нельзя, поскольку в опытах определения ОЗЗ после места установки они вели себя неустойчиво (в одном опыте ОЗЗ сработал LT-110Eμ но не сработал LT-111, в другом аналогичном опыте – наоборот). Направленный указатель ИКЗ-34МР при замыкании на соседнем фидере наглядно показал, что место повреждения вне наблюдаемого участка.

Испытания, проведённые ЛенЭнерго, продемонстрировали все сложности применения зарубежного оборудования в реалиях российской энергетической системы. Проблематичность обнаружения однофазного замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью заставляет очень серьёзно отнестись к подбору оборудования – это именно то место, где сеть должна быть действительно “умной”. Указатель с функцией определения направления потока мощности является наиболее перспективной и технологически сложной ветвью развития указателей повреждённого участка. На данный момент из реально присутствующих на российском рынке такими приборами являются только ИКЗ-34 производства российской компании АНТРАКС.

Карташев Андрей Сергеевич *– ведущий инженер-разработчик, МНПП АНТРАКС,*
Рукавицын Андрей Андреевич *– ведущий инженер, ФГУП СКБ ИРЭ РАН,*
Кучерявенков Андрей Анатольевич *– научный сотрудник ИРЭ РАН им. В.А. Котельникова.*

МАИ ПРЕДСТАВЛЯЕТ МОБИЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ОПЕРАТИВНОГО МОНИТОРИНГА ЛЭП НА БАЗЕ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

А.А. ЕГОРОВ, Д.А. СУРКОВ, Н.М. ВАСИЛЬЕВ (МАИ)

В статье рассматриваются вопросы применения мобильного комплекса оперативного мониторинга ЛЭП на базе беспилотного летательного аппарата нового поколения, созданного в Московском авиационном институте. Приведены технические характеристики комплекса, показан пример его использования для диагностики состояния ЛЭП (Московская область). Данную технологию возможно применять для контроля состояния изоляторов и контактов, зоны отчуждения ЛЭП, вычислять необходимые объёмы вырубки просеки, контролировать правильность проведения работ по расчистке просеки, находить высокие сухие деревья, угрожающие падению на ЛЭП, также возможно все полученные данные по обследованию заносить в соответствующую базу данных с привязкой к ГИС системе. Всё это возможно контролировать в автоматизированном режиме с помощью БПЛА нового поколения.

Ключевые слова: *ГИС система, ЛЭП, БПЛА.*

ЧТО ПРИМЕНЯЮТ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЛЭП?

Вопросы применимости беспилотных летательных аппаратов для использования в топливно-энергетическом комплексе страны, в том числе в электроэнергетике, обсуждаются достаточно давно. Ранее уже проводились работы по мониторингу линий электропередачи при помощи БПЛА, показавшие перспективность применения данного метода анализа состояния высоковольтных линий и прилегающей инфраструктуры, а также для мониторинга ЛЭП при аварийно-восстановительных работах. При работе с труднодоступными участками ЛЭП наземное обследование может затянуться на несколько дней или даже недели в отличие от обследований с использованием БПЛА, которые уменьшают время обследования до нескольких часов. Однако быстрое развитие технических платформ БПЛА и алгоритмов обработки геопространственной информации диктует необходимость более глубокой оценки возможностей беспилотников в интересах электроэнергетики и электросетевого комплекса [1].

Для обследования ЛЭП используют БПЛА самолетного (рис. 1, 2, 3) и мультироторного типа (рис. 4).

Рис. 1. Тяжелый БПЛА

Рис. 2. Средний БПЛА

Рис. 3. Легкий БПЛА

Рис. 4. БПЛА мультироторного типа

БПЛА самолётного типа наиболее эффективно применять при больших дистанциях полета, а БПЛА мультироторного типа помогает более детально изучить локальные участки ЛЭП (опоры, изоляторы и т.п.). Особенностью использования БПЛА самолётного типа на сегодняшний день является необходимость наличия катапульты (рис. 5) и встроенного парашюта для совершения посадки (рис. 6) [2].

Наиболее распространенным способом посадки является спуск на парашюте. Такой способ выбирают отчасти из-за простоты его реализации как с технической стороны (парашют на скорости выбрасывается пружинным или пиромеханизмом из аппарата), так и со стороны квалификации оператора – такой способ посадки требует только дать команду на выпуск парашюта над желаемым районом приземления. **Однако есть и значительные недостатки – парашют занимает значительный объем в корпусе, снижает грузоподъемность, спуск на парашюте неуправляем и в ветреную погоду непредсказуем, т.е. высока вероятность неудачной посадки, приводящая к поломке элементов БПЛА самолётного типа. Также для БПЛА самолётного типа необходимо наличие площадки для взлёта и посадки.**

Что касается БПЛА мультироторного типа (рис. 4), то здесь необходимо отметить, что данному классу БПЛА не нужна большая площадка для взлёта и посадки, так как данный класс аппаратов имеет вертикальный взлет и посадку. **Недостатками использования данного класса аппаратов является небольшая продолжительность полёта и, как следствие, небольшой (до 8-10 км) радиус применения.** Однако необходимо отметить, что при использовании специализированных пре-

Рис. 5

Рис. 6

Рис. 7. БПЛА гибридной схемы

Рис. 8. БПЛА гибридной схемы Flexrotor

Рис. 9. БПЛА гибридной схемы ПАНТЕРА

образователей водород-электричество (водородные ячейки) возможно увеличить в разы дальность полёта, но на сегодняшний день использование данной технологии является очень дорогостоящей.

Также необходимо отметить, что стоимость одного комплекса БПЛА на сегодняшний день, как правило, превышает 1 млн руб. а иногда и 3-4 млн. Одним с критериев массовой применимости БПЛА в будущем будет являться снижение его стоимости.

Анализируя недостатки БПЛА самолетного и мультироторного типов необходимо отметить, что современный БПЛА должен минимизировать эти недостатки. На сегодняшний день встаёт вопрос разработки БПЛА нового поколения.

ЧТО ТАКОЕ БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ?

Как известно, объединение маневренных возможностей вертолета со скоростью и максимальной дальностью полета самолета в одном летательном аппарате – одна из сложнейших задач, которые стоят перед лучшими авиационными инженерами всего мира. БПЛА нового поколения – это БПЛА гибридной схемы, т.е. объединение самолета и вертолета в одном летательном аппарате. Летательные аппараты гибридной схемы разрабатываются многими странами, вот, например, NASA опубликовало фотографии БПЛА вертикального взлёта и посадки GL-10, оснащённого десятью электромоторами (рис. 7) [3].

Разработчиков летательных аппаратов давно уже привлекает комбинация возможности вертикального взлета и посадки, подобно вертолету, с возможностью совершать быстрый и эффективный горизонтальный полет подобно самолету с неподвижными крыльями. И эта идея уже воплощена в ряде летательных аппаратов, таких как AgustaWestland AW609 и Bell Boeing V-22 Osprey, у которых на концах крыльев установлены подвижные крепления винтов, позволяющие располагать винты аппаратов в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Но такая конструкция, которая достаточно сложна с механической точки зрения, является не единственной конструкцией летательного аппарата, совмещающего лучшие особенности вертолета и самолета. И эта конструкция была воплощена специалистами компании Aerovel Corporation в виде беспилотного аппарата Flexrotor (рис. 8), который способен перемещаться вертикально и летать горизонтально, не изменяя положения своего ротора [4].

Ещё одним представителем БПЛА гибридной схемы является тактический комплекс “ПАНТЕРА” (рис. 9).

Разработан израильской фирмой IAI. Впервые комплекс представлен в ходе ежегодной межвойсковой конференции в Латру-

не в Израиле, которая проходила 5-7 октября 2010 года. Главным отличием беспилотника Пантера от всех остальных БПЛА является использование технологии поворотного винта, позволяющего осуществлять вертикальный взлёт и посадку, а также зависать в воздухе. По словам изготовителя беспилотника разработана также миниверсия "Пантеры", весящая 12 килограммов и управляемая при помощи переносной станции. "Пантера" предназначена для разведки целей, корректировки огня, обнаружения мест падения других БПЛА и самолётов. В состав полезной нагрузки БПЛА "Пантера" в штатном варианте входит система Mini POP производства ТАА, позволяющая вести наблюдение круглосуточно в любых погодных условиях. По желанию заказчика, на БПЛА можно установить камеру с системой ночного видения, лазерный целеуказатель, измеритель расстояния или систему наведения.

Наземная станция управления беспилотником, размещённая в одном автомобиле, может управлять сразу тремя "Пантерами".

Основные характеристики:

Радиус действия ..... 60 км
Продолжительность полета ..... 6 часов
Потолок ..... 3000 м
Максимальный взлетный вес БПЛА ..... 65 кг
Максимальный вес полезной нагрузки ..... 20 кг

Пантера взлетает и приземляется автоматически, оператору лишь необходимо нажать соответствующую кнопку. Автоматическая система управления полётом контролирует переход между этапом вертикального взлёта до горизонтального полёта и наоборот [5].

В Московском авиационном институте разрабатывается БПЛА гибридной схемы "СВВ-02" для применения в задачах обследования ЛЭП (рис. 10).

Основные характеристики "СВВ–02":

Дальность полета ..... 50 км
Продолжительность полета ..... до 1,5 часов
Потолок ..... до 3000 м
Максимальный взлетный вес БПЛА ..... до 3,7 кг
Максимальный вес полезной нагрузки ..... 0,5 кг

Данные технические характеристики представлены для макетного образца разрабатываемого комплекса. Возможно увеличение продолжительности полёта по требованиям заказчика.

Рис. 10. БПЛА гибридной схемы "СВВ-02"

Рис. 11. Изображение ЛЭП с БПЛА самолетного типа

Целью применения такого типа БПЛА является:

- возможность вертикального взлета и посадки (нет необходимости в большой площадке);
- полностью автоматизированный режим полета (возможность взлёта, полета и посадки в автоматическом режиме);
- возможность остановки в воздухе в любой точке маршрута для более детального анализа обследуемого объекта;
- отсутствие парашюта (управляемая посадка);
- минимизация стоимости.

При обследовании ЛЭП БПЛА самолётного типа, как правило, совершает полёт на высотах не ниже 80 метров, фотоаппаратура устанавливается для вертикальной съёмки. Пример получаемых изображений представлен на рис. 11.

Рис. 12. Фото просеки ЛЭП с БПЛА на низких высотах

Рис. 14. Трехмерная модель просеки ЛЭП

Рис. 13. Модель просеки ЛЭП в ГИС системе

Рис. 15. Пример нахождения расстояния

При использовании БПЛА гибридной схемы (или БПЛА мультироторного типа) при обследовании ЛЭП возможно снижение высоты полета и, как следствие, возможно получать изображение просеки ЛЭП не под прямым углом к горизонту, а иметь перспективную съёмку (рис. 12). За счёт такой съёмки после обработки полученных фотоснимков возможно получать более детальную трехмерную модель просеки ЛЭП для её последующего анализа.

Специалистами Московского авиационного института с помощью БПЛА была проведена съёмка участка ЛЭП. При этом полёт проходил на низкой высоте. После полученных фотоснимков была произведена их обработка с помощью специализированного программного обеспечения. Затем полученная трехмерная модель просеки ЛЭП была привязана к ГИС системе. Полученный результат изображён на рис. 13, 14.

С помощью трехмерной модели просеки ЛЭП в автоматическом или ручном режиме возможно проводить различные расчеты, начиная от высоты сухих деревьев зоны отчуждения и заканчивая объёмами вырубки деревьев. На рис. 15 представлен пример нахождения расстояния от дерева до ЛЭП, используя модель просеки ЛЭП.

Для детального анализа опор и полетов на небольшие дистанции (до 10-15 км) в московском авиационном институте был разработан комплекс на базе БПЛА мультироторного типа. Внешний вид аппарата представлен на рис. 16.

Рис. 16. Мультикоптер МП-1

Также представлены основные технические характеристики.

Технические характеристики аппарата МП–2:

- Автоматический полет по заданному маршруту.
- Время полета 30 мин. (возможно увеличение до 3 часов).
- Высота полёта до 3 км.
- Ветроустойчивость до 12 м/с.
- Мультиспектральная камера (тепловизор и видеокамера) с записью видеопотока.
- Возможность установки различного дополнительного оборудования по требованиям Заказчика.

Данный летательный аппарат оснащён встроенной камерой видимого диапазона и тепловизором, имеется возможность записи в реальном времени на борту получаемого тепловизионного изображения с наложением на видеопоток полетных данных.

Все полученные данные по обработке трехмерной модели просеки в дальнейшем возможно заносить в специализированную базу данных с привязкой к ГИС системе.

Используемые источники

1. *http://съемкасвоздуха.рф/blog/204-vozmozhnosti-primeneniya-bespilotnykh-aviatsionnykh-kompleksov-v-elektroenergetike-dlya-monitoringa-lep.html*
2. *http://geospb.ru*
3. *http://itc.ua/news/nasa-opublikovalo-video-s-ispyitaniy-bpla-vertikalnogo-vzleta-posadki-gl-10-osnashhennogo-10-elektromotorami/*
4. *http://fpv-community.ru/forums/topic/201-bpla-s-vertikalnyim-vzletom-i-posadkoy-flexrotor/*
5. *http://army-news.ru/2010/12/bpla-unikalnoe-oruzhie-armii-izrailya/*

Московский авиационный институт.
Егоров Александр Александрович *– начальник отдела автоматизации экспериментов факультета систем управления, информатики и электроэнергетики,*
Сурков Дмитрий Александрович *– заместитель начальника отдела автоматизации экспериментов факультета систем управления, информатики и электроэнергетики,*
Васильев Никита Михайлович *– инженер отдела автоматизации экспериментов факультета систем управления, информатики и электроэнергетики.*

Russian Oil&Gas Industry Week

НАЦИОНАЛЬНЫЙ НЕФТЕГАЗОВЫЙ ФОРУМ

18–19 апреля 2017 г.
Москва, ЦВК «Экспоцентр»

www.oilandgasforum.ru

17–я международная выставка

НЕФТЕГАЗ-2017

17–20 апреля 2017 г.
Москва, ЦВК «Экспоцентр»

www.neftegaz-expo.ru

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РСПП

Российское Газовое Общество

СОЮЗ НЕФТЕГАЗОПРОМЫШЛЕННИКОВ РОССИИ

ЭКСПОЦЕНТР МОСКВА

Messe Düsseldorf

ЭЛЕКТРО

26-я международная выставка «Электрооборудование. Светотехника. Автоматизация зданий и сооружений»

www.elektro-expo.ru

17–20 АПРЕЛЯ 2017

В ОДНИ СРОКИ С «НЕФТЕГАЗ-2017»

ВНИМАНИЕ!
НОВЫЕ СРОКИ

12+

Организатор:

ЭКСПОЦЕНТР
МОСКВА

Не грусти, – сказала Алиса. – Рано или поздно все станет понятно, все станет на свои места и выстроится в единую красивую схему, как кружева. Станет понятно, зачем все было нужно, потому что все будет правильно.

Льюис Кэролл

НАДЕЖНОСТЬ ТЕХПРОЦЕССА В ИНФОРМАЦИОННОМ МИРЕ

Е.Л. ГЕНГРИНОВИЧ (ООО “АйТиДи Системс”)

Как сохранить надежность технологических процессов на прежнем уровне, несмотря на рост роли программного обеспечения и сетевых взаимодействий в системах управления? В статье рассмотрены направления развития и возможные механизмы интеграции в системы управления технологическими процессами инструментов контроля качества работы программно-аппаратных комплексов и систем. Предложены простые шаги, которые позволят системно запустить процесс повышения системной надежности и информационной безопасности.

Ключевые слова: *надежность, SCADA, ICS, АСУ ТП, Критическая инфраструктура, киберугрозы, информационная безопасность, системная надежность, технолог, технологический процесс.*

Понятие “надежности” в энергетике всегда было на первом месте. Это отражалось во всех документах, проектах и технических решениях. Каждый новый шаг на пути технического прогресса переосмысливался с точки зрения сохранения (повышения) уровня надежности и только после этого находил применение в отраслевых стандартах и типовых проектных решениях.

Информатизация общества и технологий, в том числе и в энергетике, идет такими быстрыми темпами, что времени на подготовку и анализ всех изменений и потенциальных угроз просто не остается. Сам по себе технологический процесс претерпел минимальные изменения, современные средства позволяют увеличить динамику и скорость реакции, учесть дополнительные влияющие факторы, повысить КПД. С другой стороны, возросла вероятность появления ошибок как прямых, так и косвенных в работе устройств и, как следствие, рост вероятности не технологических отказов. Начнем по порядку. Что такое прямая ошибка – это ошибка в алгоритме работы устройства, в части его базовой функциональности. Такие ошибки должны выявляться еще на уровне заводских испытаний оборудования, но усложнение программных алгоритмов приводит к тому, что в процессе испытаний ошибка может себя не проявлять, а в рамках эксплуатации в реальных условиях отработать. Причиной такой ошибки может быть неточность при разработке устройства, при его настройке или в результате внешнего воздействия на устройство уже в процессе эксплуатации. Косвенная ошибка – это ошибка, возникающая не в самом устройстве управления, а на внешних устройствах, что приводит к искажению поступающей информации (например, измерительной). В результате логика устройства управления будет работать как положено, но самому техпроцессу может быть нанесен непоправимый вред. Не технологическими отказами принято считать отказы (аварии), произошедшие из-за ошибок в работе интеллектуальных устройств и программного обеспечения.

Рис. 1

Бытует расхожее мнение: ну раз это так опасно, вернемся к электромеханическим защитам и на этом остановимся. Все это напоминает, как десять лет назад все были уверены, что если сеть, в которой работает АСУ ТП изолировать от внешнего мира, то это решит все проблемы и информационной безопасностью можно не заниматься. Сейчас, пришло понимание, что интеллектуальное устройство уязвимо вне зависимости от того находится оно в изолированной сети или нет. Новые технологии и сервисы (возобновляемая энергетика, электромобили, мощные накопители и т.д.) требуют от энергетиков нового качества услуг. Обеспечить их, используя старые технологии управления невозможно, также, как и остановить прогресс. Остается тщательно прорабатывать концепцию обеспечения технического процесса в новых условиях, строить новое дерево отказов, учитывающее особенности работы программного обеспечения, закладывать элементы информационной безопасности уже на стадии проектирования. Вносить изменения в требования по эксплуатации, менять процедуры метрологического контроля. То есть в ближайшем будущем изменения должны коснуться всех процессов, связанных с эксплуатацией, контролем и управлением технологическими процессами в энергетике.

Чтобы запустить долгий сложный процесс, необходимо сделать первый шаг. Таким шагом могло бы стать внесение изменений в Постановление Правительства от 28 октября 2009 г. N 846 “Об утверждении Правил расследования причин аварий в электроэнергетике”. В этом постановлении приведена процедура организации расследования аварий.

Вопросы информационной безопасности, как одной из вероятных причин аварии не рассматриваются, и соответствующие эксперты не привлекаются. Таким образом, если реальной причиной аварии стала ошибка в работе средств вычислительной техники, объективно установить это практически невозможно. Выход предлагается простой, данное Постановление уже пережило множество редакций, последняя – № 525 от 10.06.2016. Достаточно внести изменения в ряд пунктов, и ситуация коренным образом меняется. Если при расследовании аварий надо привлекать в комиссию экспертов по информационной безопасности в области АСУ ТП, то они должны быть подготовлены и знакомы с работой оборудования и систем на объектах электроэнергетики (рис. 1).

Раз информационная безопасность наравне с прочими эксплуатационными характеристиками станет влиять на результаты проводимого расследования, то появится необходимость в специальных эксплуатационных регламентах, предусматривающих мониторинг (в автоматизированном или ручном режиме) оборудования и систем. Проведение периодических испытаний и контрольных проверок, как самого оборудования, так и каналов передачи данных, включая каналообразующее оборудование.

Уже сегодня многие Российские корпорации и холдинги требуют включать в технические задания и проектную документацию на системы технологического управления производственными процессами разделы по информационной безопасности. Но, к сожалению, формальные требования не приводят к решению проблем, так как обычно они не учитывают специфику конкретного производственного процесса. Системный подход к вопросам информационной безопасности технологических процессов управления требует учитывать вопросы ИБ уже на стадии формирования требований к архитектуре АСУ ТП, выбора технических средств и методов реализации процессов управления. Частная модель угроз для каждой системы в контуре АСУ ТП долж-

на учитывать вероятности отказов и их влияние на уровень надежности технологического процесса в целом. Архитектура телекоммуникационной системы, обеспечивающей работу АСУ ТП, должна предоставить необходимые информационные потоки для работы АСУ ТП и систем мониторинга, при этом гарантировать невозможность использования данной логической телекоммуникационной инфраструктуры для других целей, как в санкционированном, так и в несанкционированном режимах. Измерительные датчики должны хранить первичную информацию определенный период времени и обеспечивать возможность трассировки алгоритмов формирования косвенных измерений. Для технологических процессов определенного уровня стоит предусматривать независимый мониторинг работоспособности самих интеллектуальных устройств и сети передачи данных. Это позволит выявлять на ранних стадиях попытки несанкционированных подключений, не предусмотренных проектом, контролировать взаимодействие контроллеров по IP-сети как между собой, так и с внешними адресатами, определять ошибки как самих контроллеров, так и их работу не в соответствии с утвержденной нормативно-технической документацией. Это далеко не полный перечень мер, которые могут быть направлены на повышение предсказуемости работы информационных систем и программно-аппаратных комплексов в контуре АСУ ТП. Их грамотное применение позволит гарантировать не только сохранение надежности технологического процесса на прежнем уровне, но и в ряде случаев позволит его значительно повысить.

Генгринович Евгений Леонидович *– исполнительный директор ООО “АйТиДи Системс”.*

НОВОСТИ

Iridium ЗАПУСТИЛ РОССИЙСКУЮ СТАНЦИЮ СОПРЯЖЕНИЯ НАЗЕМНОГО И КОСМИЧЕСКОГО СЕГМЕНТОВ В ИЖЕВСКЕ

18 ноября 2016, Москва – Iridium Communications Inc. – оператор сети мобильной спутниковой связи – ввел в эксплуатацию российскую земную станцию сопряжения наземного и космического сегментов в Ижевске. Этот шаг позволит компании выполнять все требования законодательства РФ.

Строительство российской станции сопряжения велось с 2013 года на территории БЦ “Метеор”. На ней установлено три антенны Ka-диапазона, коммутатор AXE-10 от Ericsson и оборудование СОРМ. “С сегодняшнего дня весь трафик, который мы получаем с территории России, как местными абонентами Iridium, так и роумерами, проходит через станцию сопряжения в Ижевске, – отметил Виктор Глушко, генеральный директор ООО “Иридиум Коммьюникешенс”.

“*Наши инвестиции в создание ижевской станции сопряжения составляют десятки миллионов долларов* – сказал Мэтт Деш, генеральный директор Iridium Communications Inc. – *Это важный стратегический шаг для развития бизнеса Iridium. В планах – усиление позиций компании на российском рынке*”.

В декабре 2016 будет запущена первая десятка спутников Iridium NEXT ракетой Falcon, с ними скорость передачи данных увеличится с 128 кбит/с до 1,4 Мбит/с. Стоимость орбитальной группировки нового поколения Iridium NEXT – $3 млрд. В ближайшие 15 месяцев на орбиту стартуют еще 56 космических аппаратов (66 спутников Iridium NEXT заменят 66 аппаратов предыдущего поколения). Станция сопряжения в Ижевске готова для работы со спутниками Iridium NEXT, с ее помощью будут протестированы первые аппараты нового поколения на орбите.

https://www.iridium.com/

MIOGE Moscow

ufi Approved Event

25 лет содействуем развитию нефтегазовой индустрии

14-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

НЕФТЬ И ГАЗ

27–30 июня 2017

МОСКВА • МВЦ "КРОКУС ЭКСПО"

НА НОВОЙ ПЛОЩАДКЕ

www.mioge.ru

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Самая масштабная в России международная выставка нефтегазового оборудования и технологий

- 652 компании - участника из 40 стран мира
- 5 национальных экспозиций: Германии, Италии, Китая, Финляндии, Чехии
- 25 424 - общее количество посещений

ufi Approved Event

Данные Свидетельства аудиторской проверки выставки MIOGE 2015

RPGC Moscow

13-й РОССИЙСКИЙ НЕФТЕГАЗОВЫЙ КОНГРЕСС

в рамках выставки

27–29 июня 2017

МОСКВА • МВЦ "КРОКУС ЭКСПО"

www.oilgascongress.ru

Организатор

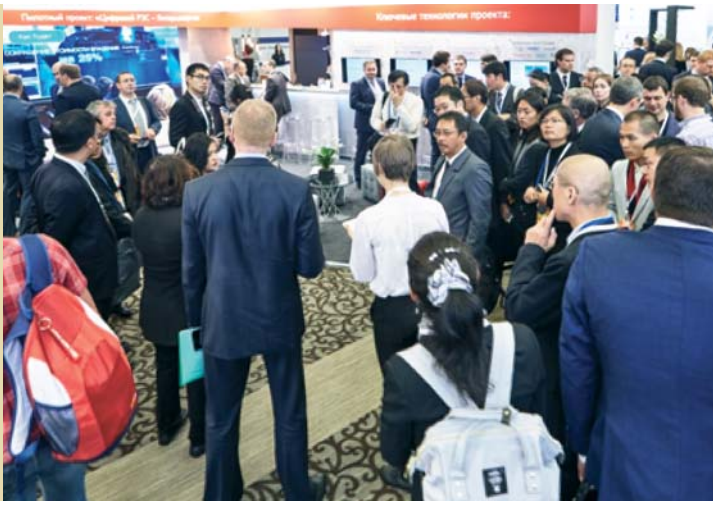
Группа компаний ITE

ITE

RUGRIDS–ELECTRO – ГЛАВНОЕ ОТРАСЛЕВОЕ СОБЫТИЕ ГОДА. ИТОГИ–2016

RUGRIDS-ELECTRO
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФОРУМ

19 октября 2016 года завершился V Международный электроэнергетический форум "RUGRIDS-ELECTRO". В этом году форум достиг нового уровня.



"*Форум по праву считается одним из главных отраслевых событий года*", – заявил Председатель Правительства Российской Федерации **Дмитрий Медведев** в официальном послании участникам и гостям RUGRIDS-ELECTRO 2016.

За 2 дня форум и выставку посетило более 3000 человек из 18 стран мира, среди них официальные лица, главы и руководители компаний, производители и байеры, молодые ученые и основатели стартапов, а также делегация АТЭС.

"*Мы собираемся на этой площадке* (RUGRIDS-ELECTRO – прим. автора) *для того, чтобы обсудить и сегодняшний день развития электроэнергетики, и, самое главное – как будем жить, работать, развиваться в ближайшем будущем*", – отметил генеральный директор ПАО "Россети" **Олег Бударгин** на Церемонии открытия Форума.

ПРОГРАММА ФОРУМА

В рамках программы форума состоялось более 40 мероприятий, на которых выступило более 200 спикеров.

Основные треки программы: умная энергетика, инновации, стратегии, EnergyNet, IT и диагностика.

Одним из ключевых мероприятий деловой программы форума стала главная пленарная сессия **"Электроэнергетика 4.0. На пороге глобальных технологических изменений"**. В ходе своих выступлений ведущие игроки рынка электроэнергетики России и мира рассмотрели архитектуру будущего электросетевого комплекса и подняли ключевые вопросы в области электроэнергетики – инновации, контроль и учет энергии, модернизация финансово-экономической модели, кибербезопасность. Все предложенные темы получили дальнейшее развитие в продолжении деловой программы Форума.

"*Такие мероприятия, как "RUGRIDS-ELECTRO", становятся особенно важными для стратегического планирования, обмена международным опытом и общения, позволяющего всем заинтересованным сторонам – организациям ТЭК, инновационному сообществу и представителям науки – оставаться на острие прогресса*" – **Алексей Текслер**, Первый заместитель Министра энергетики Российской Федерации.

ВЫСТАВКА

На площади почти 3000 м² новейшие разработки и конкурентную продукцию представили около 50 экспонентов. Среди них SAP, ABB, Прософт-Системы, Эстралин Пауэр Системс, ИТЦ Континуум, Государственный рязанский приборный завод, Элеком, ЗЭТО, Глобал-ЭлектроСервис, Таврида электрик, НПО МИР, Фонд Сколково, 1С, Кэмлин Рус, НПП "Тест-Электро", Системы и Технологии, Microsoft, "Изолятор" Завод, Ай Ти, SEL KAZAKHSTAN, Cisco, Prysmian Group Russia, Группа ПОЛИПЛАСТИК, Siemens, Maykor-GMCS, Renault, Panasonic, Технокомплект, СКБ ПРИБОР.

Участники выставки продемонстрировали свои новейшие разработки и технологические решения в области электроэнергетики.

Особое внимание гостей привлекли специальные тематические экспозиции:

- **"Подиум инноваций"** – демонстрационная площадка для современных технологических разработок в электроэнергетической отрасли. Здесь прошли презентации участников подиума. Также здесь работал Интерактивный стенд "Энергетика будущего для чайников", привлекший множество

посетителей с помощью инновационной интерактивной обучающей игры, участвуя в которой, гости управляли энергосистемой с диспетчерского пульта. Среди активных участников, представивших свои инновационные разработки, выступили ДЗО (дочерние зависимые общества) ПАО "Россети" – МРСК Центра и Приволжья, МРСК Центра, МОЭСК, МРСК Северо-Запада, Тюменьэнерго, МРСК Северного Кавказа, Янтарьэнерго, Ленэнерго, МРСК Волги, МРСК Урала, Кубаньэнерго, МРСК Сибири, ФСК ЕЭС, ТРК, МРСК Юга.

- **"Резервы роста"** – инновационно-технологическая площадка, позволившая молодым компаниям и командам продемонстрировать оригинальные разработки и решения. В качестве зрителей выступали опытные игроки на рынке.
- **"Умный город"** – "SMART"-площадка, представившая умные технологии и решения в городской среде.
- **"Аттестационная комиссия"**, давшая участникам возможность в приоритетном порядке пройти процедуру аккредитации оборудования и стандартов согласно требованиям Единой технической политики ПАО "Россети", а также проконсультироваться по вопросам подготовки необходимых документов в соответствии с техническими требованиями ПАО "Россети".

СОГЛАШЕНИЯ

Во время работы Форума подписано 10 соглашений о сотрудничестве, среди подписантов представители компаний – Россети, Таврида Электрик, Хевел, КРЭТ, МРСК, ФИЦ, Национальный инжиниринговый центр, НИИПТ, Юнител, НОТ, Профотек, ВНИИМС.

ПАРТНЕРЫ

RUGRIDS-ELECTRO поддержали 35 партнеров – ведущих российских и международных компаний.

Среди них: Энергомера (Генеральный партнёр), SAP (Партнёр), ABB (Официальный партнёр), Прософт-системы (Партнёр), Эстралин (Партнёр Выставки), Континуум (Партнёр Выставки), АО "Государственный рязанский приборный завод" (Участник зоны "Умный город"), Элеком (Партнёр), ЗАО "ЗЭТО" (Партнёр), Глобалэлектросервис (Партнёр), Таврида электрик (Официальный Партнер), НПО "МИР" (Партнёр Выставки), Сколково (Партнёр Startup Zone), 1С (Партнёр IT-зоны), Camlin (Партнёр Выставки), НПП "ТестЭлектро" (Участник зоны электрооборудования), Системы и Технологии (Партнер потока), Microsoft (Партнёр IT-зоны), Завод "Изолятор" (Партнер специального мероприятия), Ай Ти (Партнер Умного города), SEL KAZAKHSTAN (Партнёр Выставки), Cisco (Партнёр IT-зоны), Prysmian Group Russia (Партнер Выставки), Полипластик (Партнёр Выставки), Siemens (Партнер Зоны Умного города), Maykor (Участник зоны оборудования), Рено (Партнер Умного города), Panasonic (Партнер Умного города), Иннополис, Итон, Завод РЭТО, СКБ ПРИБОР, НТВ Плюс, Технокомплект (Партнер "Подиум инноваций").

СМИ НА RUGRIDS-ELECTRO

Работу форума освещали около 100 журналистов из ведущих средств массовой информации России и мира.

http://rugrids-electro.ru/novosti/

14-ая ВЫСТАВКА И КОНФЕРЕНЦИЯ POWER-GEN RUSSIA: ИТОГИ

27 октября в Экспоцентре в Москве завершилась ежегодная выставка и конференция POWER-GEN Russia при участии HydroVision Russia. Более 2300 посетителей из 61 страны миры, 63 экспонента из 12 стран, около 300 делегатов – представителей регуляторов, российского и международного бизнеса, – POWER-GEN RUSSIA в очередной раз подтвердила статус поистине международного события.

Внося свой вклад в стремление обновить электроэнергетическую отрасль России, конференция и выставка POWER-GEN Russia представили самые свежие отраслевые решения и инновации, а также передовой опыт для модернизации и повышения эффективности энергетических активов со всего мира.

В 2016 году в программу были внесены ряд изменений, в том числе, объединение с получившим признание мероприятием HydroVision Russia, что позволило за 3 дня еще лучше осветить вопросы и проблемы, волнующие крупнейших производителей энергии, включая новейшие достижения в гидроэнергетике.

Комментируя итоги мероприятия, Директор POWER-GEN Russia д-р **Хезер Джонстоун** сообщила: "*Количество участников POWER-GEN Russia 2016 снизилось по сравнению с предыдущими годами, что, как мне кажется, во многом отражает общее состояние российского энергетического рынка. Доверие инвесторов остается на низком уровне, в то время как медленное восстановление российской экономики не способствует улучшению ситуации.*

Несмотря на это, отзывы, полученные нами от экспонентов и делегатов, в целом положительные, ведь у них в рамках мероприятия была возможность встретиться и поговорить с нужными людьми – прекрасный пример того, что качество имеет преимущество над количеством. Кроме того, мы были рады узнать, что во время POWER-GEN Russia были подписаны несколько контрактов, что является обнадеживающим фактором, демонстрирующим активность бизнеса".

В рамках двух основных треков конференции, а также трех специальных сессий более 75 спикеров и около 300 делегатов обсудили ключевые для российского электроэнергетического сектора вопросы: новейшие решения в области эксплуатации и обслуживания генерирующего оборудования, современное состояние генерирующих мощностей России, перспективы локализации производства оборудования и импортозамещения, возможности для будущего развития отрасли.

Подробнее с докладами делегатов конференции можно будет ознакомиться после 11 ноября, когда они появятся в открытом доступе по ссылке *http://bit.ly/2cc7ejN*

POWER-GEN Russia 2016 посетили более 2300 гостей из 61 страны мира (81% посетителей из России), 63 экспонента представили новейшие разработки на выставочном этаже – среди компаний-участниц – ведущий российский энергомашиностроительный холдинг, изготовитель и поставщик энергетического оборудования нового поколения АО "РЭП Холдинг"; итальянский производитель тепловых электростанций Ansaldo Energia; Kawasaki Gas Turbine, MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, KERCO, Marna Group, MTU Onsite Energy и многие другие.

Научно-производственное объединение "ЭЛСИБ" (г. Новосибирск) представило линейку турбогенераторов с воздушным охлаждением, реализованную в рамках проекта по проектированию и поставки турбогенератора ТФ-90Г-2У3 для газовых турбин 6FA ООО "Русские газовые турбины". Промышленный холдинг РОТЕК и входящий в него Уральский турбинный завод на совместном стенде представили основные направления деятельности компаний, среди которых – Система прогностики и удаленного мониторинга состояния промышленного оборудования "ПРАНА", способная в автоматическом режиме анализировать поток данных от установленных на турбине датчиков и прогнозировать изменение технического состояния энергетической установки на несколько месяцев вперед. Ми-

нистерство промышленности и торговли Чешской Республики выступило организатором чешского официального участия – в рамках экспозиции на коллективном стенде ведущих чешских компаний, поставщиков инвестиционных комплексов и энергооборудования, российским специалистам были презентованы широкие возможности для прямого диалога, обмена новыми идеями и контактами для развития бизнеса.

На площадке POWER-GEN Russia уже в восьмой раз прошла Молодежная программа "Инвестируя в будущее" и в третий – Программа для руководителей. Организатором программы традиционно выступила Международная ассоциация корпоративного образования (МАКО). В рамках Молодежной программы был проведен Форум профессиональных сообществ и Всероссийский чемпионат корпоративных команд в электроэнергетическом секторе NRG Drive (Энерджи Драйв) с учетом требований отраслевых профессиональных стандартов. В общей сложности в Молодежной программе приняли участие более 100 человек, и более 40 выступили делегатами Программы для руководителей. Мероприятия прошли при поддержке Объединения Раэл, Торгово-промышленной палаты Российской Федерации и Россотрудничества.

http://neftegaz.ru/news/view/154767-14-aya-vystavka-i-konferentsiya-POWER-GEN-Russia.-Itogi

ИТОГИ 13-ой МЕЖДУНАРОДНОЙ ВЫСТАВКИ «СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

25-27 октября 2016 года в Москве, в МВЦ "Крокус Экспо" прошла 13-я Международная выставка "Силовая Электроника", единственная в России специализированная выставка компонентов и систем силовой электроники для различных отраслей промышленности.

В выставке приняла участие 81 компания из 11 стран: России, Беларуси, Великобритании, Германии, Израиля, Китая, Норвегии, Франции, США, Швейцарии, Японии. Объединенные экспозиции предприятий представили Департамент радиоэлектронной промышленности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, Ассоциация "Электропитание", "Казенное предприятие города Москвы "Корпорация развития Зеленограда".

Участники представили силовые полупроводниковые компоненты, пассивные и электромеханические компоненты, магнитные материалы, системы охлаждения и отвода тепла, датчики и сенсоры, узлы, сборки и разъемы, электродвигатели постоянного и переменного тока, системы привода, источники вторичного электропитания и преобразователи электроэнергии, компоненты и решения для обеспечения электромагнитной совместимости, зарядные устройства, контрольно-измерительное оборудование, программное обеспечение и САПР, оборудование и материалы для производства изделий силовой электроники – всего свыше 200 известных брендов.

Выставку сопровождала насыщенная деловая программа: более 15 семинаров и презентаций от представителей компаний-участников –

"Электровыпрямитель", Hitachi Power Semiconductor Device совместно с "МТ-Системс", "Протон-Электротекс", "Мицубиси Электрик (РУС)", SEMIKRON, Keysight Technologies, Infineon, Ассоциации "Электропитание".

27 октября в рамках деловой программы выставки прошел семинар "Силовая электроника для альтернативной энергетики". Модератором семинара выступил **В.И. Мелешин**, д.т.н., профессор, автор более 100 научных публикаций, руководитель группы новых разработок ЗАО "Электро СИ".

Во второй раз в рамках выставки прошел **Конкурс лучших разработок молодых исследователей и инженеров для силовой электроники.** Организаторами конкурса выступили Департамент радиоэлектронной промышленности

Министерства промышленности и торговли Российской Федерации и компания “ПРИМ-ЭКСПО”.

Первое место в номинации “Преобразователи электроэнергии с высокой удельной мощностью” было присуждено за работу “Блоки коммутаторов на основе импульсных фототиристоров для емкостных накопителей энергии”, представленную ОАО “Электровыпрямитель”, победители – **Д. Немаев, А. Плотников, М. Махаев.**

В номинации “Новые схемотехнические, конструкторские и технологические достижения” первое место было присуждено за работу “Программно-аппаратный комплекс для защиты человека от поражения токами утечки и контроля изоляции в системах электропитания с трехфазной сетью переменного тока с изолированной нейтралью”, представленную Санкт-Петербургским государственным университетом телекоммуникаций им. Проф. М.А. Бонч-Бруевича, победители – **Д. Кушнерев, М. Алексеев, А. Петроченко.**

В номинации “Привод, электрические машины, трансформаторы” первое место присуждено за работу “Разработка трансформатора для высоковольтного транзисторного преобразователя большой мощности”, представленную ООО “Горизонт”, победитель – **Д. Рахимов.**

Первое место в номинации “Преобразователи для транспорта” присуждено за работу “Преобразователь для кондиционера локомотива”, представленную ЗАО “Электро СИ”, победители – **С. Хухтиков** и **Д. Алдошкин**.

Первое место в номинации “Системы электроэнергетики на основе возобновляемых источников” присуждено за работу “Малогабаритный образец батареи твердооксидных топливных элементов планарной конструкции мощностью до 500 Вт для энергоустановок различного назначения”, представленную ИФТТ РАН, победитель – **Д. Агарков**.

Сертификатом за участие в Конкурсе в номинации “Новые схемотехнические, конструкторские и технологические достижения” награждена работа “Серия быстровосстанавливающихся диодов на напряжение 1200 – 6500 В, оптимизированных для динамических нагрузок”, представленная АО “Ангстрем”, соискатели – **Я. Вренев, А. Рябиков.**

Также сертификатом за участие в Конкурсе в номинации “Пассивные и активные компоненты” награждена работа “Разработка серии силовых модулей в корпусе МПК-63 общего и специального назначения”, представленная ЗАО “ГРУППА КРЕМНИЙ ЭЛ”, г. Брянск, соискатель – **А. Пронин.**

Спонсором Конкурса выступила компания Seagate – мировой лидер среди разработчиков решений для хранения данных, которые позволяют пользователям по всему миру создавать, обмениваться и хранить важные личные и бизнес-данные.

Выставку “Силовая Электроника” посетили 2042 человека. Одновременно с выставкой “Силовая Электроника” прошли выставки NDT Russia, ExpoCoating Moscow, Testing&Control, PCVExpo, Mashex Moscow, HEAT&POWER, FastTec. С экспозицией всех 8 выставок ознакомились 15 813 человек.

http://www.elec.ru/news/2016/11/15/25-27-oktyabrya-v-moskve-proshla-13-ya-mezhdunarod.html

КОНФЕРЕНЦИЯ «ВСТРАИВАЕМЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 2016. ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ»

EMBEDDED DAY'16 E.DAY

19 октября 2016 года в Москве прошла 9-я по счету конференция “Встраиваемые Технологии 2016. Индустриальный Интернет Вещей”.

Мероприятие организует компания “Кварта Технологии” – ведущий поставщик решений и услуг в области встраиваемых технологий и “Интернета Вещей”, при поддержке корпорации Microsoft. Среди спонсоров конференции крупнейшие российские и мировые компании – Intel, Acer, Shuttle, Advantech, Qt Company, Congatec. Технологическим спонсором конференции выступила компания Моушн Вью.

В мероприятии приняли участие более 400 представителей компаний-производителей, системных интеграторов, разработчиков ПО, учебных заведений, а также представители промышленных предприятий, организаций банковской сферы, ритейла, безопасности и многих других отраслей.

"*Третий год подряд мы делаем ключевой темой мероприятия "Интернет Вещей", демонстрируя то, что данный тренд не только не потерял актуальности, но и развивается, пополняется новыми технологиями, стандартами и примерами реализаций, в том числе и в России. Мы видим основной целью конференции "EDay" – собрать все заинтересованные стороны на одной площадке и познакомить как друг с другом, так и с новыми технологиями и решениями*" – комментирует **Валерий Дробышевский**, коммерческий директор Кварта Технологии.

В рамках официальной деловой программы прозвучали более 20 актуальных докладов так или иначе имеющих отношение к производству передовых решений в области Интернета Вещей.

Ключевой доклад конференции представил **Дмитрий Марченко**, директор по маркетингу облачных платформ Microsoft, с рассказом о проблематике современного бизнеса и о том, как Интернет Вещей помогает успешным мировым компаниям опередить конкурентов и добиться успеха. Доклад продолжился рассказом о российских примерах использования, включая решения Сесмик и iQFreeze*. Затем **Игорь Рудым** из корпорации Intel представил 6 основных индустриальных направлений, в которых корпорация Intel видит основной рынок для решений Интернета Вещей.

В совместном докладе Microsoft и Кварта Технологии про новую парадигму Windows 10 IoT, впервые в России была представлена новая схема лицензирования и поставки продуктов Microsoft Windows Embedded для промышленного применения.

Большой интерес у аудитории вызвал юридический доклад от известного эксперта – **Михаила Емельянникова** относительно законных путей использования облачных сервисов в России с учетом особенностей российского законодательства.

Александр Герасимов из консалтингового агентства J'son & Partners представил аналитический доклад про сложности на пути внедрения Интернета Вещей в российской действительности.

Особое внимание на конференции было уделено новым стандартам "дальнобойной" связи для устройств Интернета Вещей – LoRa и Стриж.

После перерыва, в двух параллельных секциях были представлены конкретные продукты и технологии для создания решений Интернета Вещей – облачные сервисы Microsoft Azure IoT Suite, система управления и мониторинга Embedded-устройств WanPulse ProVconnect, новое решение для обеспечения безопасности критичных устройств от Лаборатории Касперского – Kaspersky Embedded System Security, инструменты для Embedded-разработки от Qt, новейшие аппаратные решения от Intel, Advantech, Congatec, Shuttle, Ниеншанц и РТ Софт для промышленных сценариев.

Особый гость конференции – вице-президент Acronis по разработке, **Николай Гребенников** рассказал о решениях для восстановления работоспособности и резервирования умных устройств, а также, представил новое соглашение с Кварта Технологии об OEM-дистрибуции на территории России.

Во второй половине дня прошел мастер-класс от компании Microsoft – "От устройств к облаку", где были показаны все шаги построения законченного IoT-решения с использованием облачных технологий. Мастер-класс провел технологический эксперт Microsoft **Александр Белоцерковский**.

Как и всегда, живой интерес гостей конференции вызвала выставка интеллектуальных устройств и решений различных производителей. В этом году в выставке приняли участие в общей сложности около 30 компаний, среди которых Intel, Acer, Shuttle, Cara Технологии, Фонбет, Aquarius, Гамма-Центр, ProSoft, Пилот, Ротек, TouchPlat, СМТ Инжиниринг, Advantech, Congatec, МоушнВью, The Qt Company, National Instruments, СТРИЖ, ADDReality, Invend, РТСофт, Polymedia, Инициум, "Ниеншанц-Автоматика". Компании представили посетителям как готовые решения, так программные и аппаратные компоненты для создания современных "умных" устройств. На стенде Кварта Технологии были представлены устройства под управлением ОС Windows 10 IoT и подсистема отображения данных с датчиков, а также прототип системы мониторинга стационарного холодильного оборудования.

Посетители отметили высокий уровень организации и необычный формат мероприятия, который располагал к обсуждению актуальных тем конференции. Постоянные участники отметили, что в этом году было еще больше новых лиц, что еще раз доказывает важность и своевременность обсуждаемых на конференции тем.

http://www.dailycomm.ru/m/37498/

«АВТОМАТИЗАЦИЯ 2016» И «ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ПРИВОДЫ»

АВТОМАТИЗАЦИЯ
XVII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА и ПРИВОДЫ
IX Специализированная выставка

С 19 по 21 октября 2016 года в Петербургском СКК в рамках Международного форума “Радиоэлектроника. Приборостроение. Автоматизация” прошли 17-я Международная специализированная выставка “Автоматизация 2016” и 9-я Специализированная выставка “Промышленная электротехника и приводы”. **Организатор:** выставочное объединение “ФАРЭКСПО”.

Совместное проведение выставок “Автоматизация”, “Радиоэлектроника и приборостроение” и “Промышленная электротехника и приводы” – одно из главных событий выставочной осени в Санкт-Петербурге. Тематики выставок логично дополняют друг друга, что помогает в решении всего комплекса вопросов, связанных с автоматизацией производства, обеспечением электротехнических потребностей предприятий с использованием новейших разработок в сфере электроники и приборостроения. Ведущие российские и зарубежные разработчики и производители систем и средств промышленной автоматизации, электронных компонентов и электротехнического оборудования собрались в Северной столице для презентации своей продукции. В единой экспозиции Форума было представлено 155 предприятий и организаций из 11 стран.

Выставки “Автоматизация” и “Промышленная электротехника и приводы” традиционно объединили на своей площадке производителей оборудования, разработчиков технологий и программного обеспечения для автоматизации и модернизации промышленных предприятий различных отраслей.

Свои новинки представили постоянные участники выставок: Phoenix Contact, Симэкс, Промэлектроника, ОМРОН Электроникс, ОВЕН, Меандр, Осатек, Комтек. После нескольких лет перерыва в выставке вновь приняли участие компании Элеси, Сегнетикс, ТЕКО, Промситех, Вакууммаш, ГлобалТест, Полигон и др.

Серьезный международный статус мероприятия подтверждается участием в выставках зарубежных компаний: TURCK, Phoenix Contact, JUMO, Samson (Германия), OMRON (Япония), ORBIT MERRET (Чехия), PolTraf (Польша), Dewesoft (Словения), Taian Zhongcheng и Yuhai Motor (Китай), Hua Wei Industrial (Тайвань).

Для постоянных посетителей выставок особый интерес всегда представляют дебютанты. Впервые в выставке принял участие новый серьезный игрок на рынке промышленной автоматизации – компания ONI (Москва), разработчик и производитель электродвигателей, преобразователей частоты, программируемых контроллеров, реле, датчиков, специального программного обеспечения. В числе дебютантов: ГК Энерго (Уфа), ИТеК ББМВ (Челябинск), КЭИК (Красногорск, МО), МикроДАТ (Белгород), НТЦ ЗМКС (Москва), Планета-СИД (Великий Новгород), Сок Трейд (Москва) и МИИС, СИЭЛ, Современные технологии НС из Санкт-Петербурга.

Выставка “Автоматизация” в 2016 году уверенно подтвердила свое лидерство среди российских выставок по автоматизации в промышленной сфере.

В рамках деловой программы выставок прошли семинары и презентации следующих компаний:

- “ONI” – Торговая марка ONI – новое имя на рынке промышленной автоматизации.
- “PROTEO ENGINEERING”. Итальянские технологии автоматизации для промышленных предприятий
- “ОВЕН” – Предложения ОВЕН для автоматизации и диспетчеризации систем тепло- и водоснабжения.
- ГК “ЭНЕРГО” – Презентация кабельно-проводниковой продукции Группы Компаний “ЭНЕРГО” – кабеля КуПе® для промышлен-

ной автоматики и силового кабеля ИнСил®
для опасных производственных объектов

По итогам регистрации число посетителей Форума “Радиоэлектроника. Приборостроение. Автоматизация” составило – 5420 человек из 127 городов России и 18 зарубежных стран. 97% посетителей – специалисты промышленных предприятий, проектных и конструкторских организаций, студенты профильных учебных заведений. Подробная статистика будет опубликована на сайтах выставок после обработки результатов регистрации.

В 2017 году Выставочное объединение “ФАРЭКСПО” проводит следующие выставки по тематике автоматизации и электротехники.

www.farexpo.ru

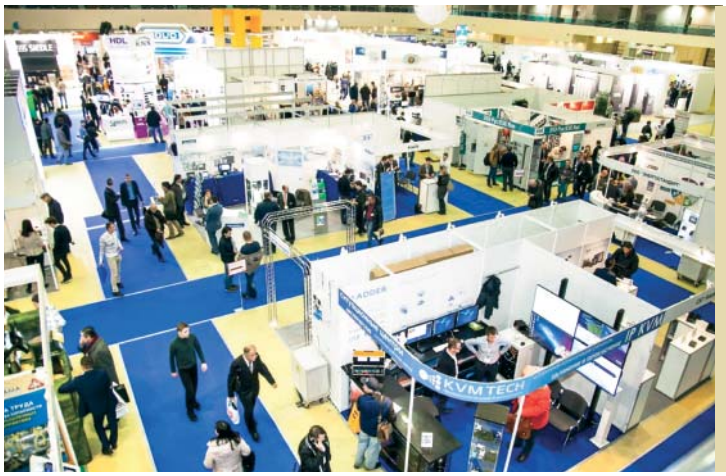
ПОДВЕДЕНЫ ИТОГИ XVI МЕЖДУНАРОДНОЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ВЫСТАВКИ «ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ. ПТА–2016»

ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ
ПТА
ВЫСТАВКА
XVI МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

С 1 по 3 ноября 2016 года в Москве в Центральном выставочном комплексе “Экспоцентр” состоялось одно из главных событий для специалистов в области промышленной автоматизации – XVI Международная специализированная выставка “Передовые Технологии Автоматизации. ПТА-2016”.
Организатор: ЗАО “ЭКСПОТРОНИКА”.

Новый формат, альянс с 15-ой международной выставкой HI-TECH BUILDING сделали мероприятие привлекательной площадкой для всех участников рынка промышленной автоматизации и автоматизации зданий.

На торжественной церемонии открытия выставок “ПТА-2016” и HI-TECH BUILDING с приветственными словами в адрес участников и гостей мероприятия выступили: Вице-президент Торгово-промышленной палаты Российской Федерации **Курочкин Дмитрий Николаевич**, Вице-президент Московской Торгово-промышленной палаты **Варданян Сурен Оганесович**; директор по операционной работе Кластера энергоэффективных технологий Фонда “Сколково” **Перцовский Олег Евгеньевич**, председатель комитета “Интеллектуальные здания и информационно-управляющие системы” НП “АВОК” **Максименко Владимир Адамович**, заведующий кафедрой “Компьютерные системы управления” МГТУ “СТАНКИН”, д.т.н., профессор **Мартинов Георгий Мартинович**, директор по развитию бизнеса Департамента “Автоматизация и безопасность зданий” компании “Сименс” **Невровский Александр Викторович**, вице-президент компании “Шнайдер Электрик” по рынкам: “Проекты через партнеров” и “Здания и Экобизнес”, **Кашаев Алексей Сергеевич**, менеджер по продажам встраиваемых решений Intel **Рудым Игорь Валентинович**, генеральный директор ООО “ЭКСПОТРОНИКА” **Колосова Надежда Борисовна**, заместитель генерального директора компании MIDEXPO, **Петрова Дарья Андреевна.**



Свои технологии в экспозиционной части выставки “ПТА-2016” продемонстрировали лидеры рынка, компании Advantech, 3S-Smart Software Solutions, Iconics, МЗТА,

МГТУ “СТАНКИН”, “Пластик Энтерпрайз”, “КВМ-Технологии”, “Киприда”, “ОВЕН”, “ПРОСОФТ”, “ТС-СКН”, “Умикон”, “Эмикон”, C&T Solution Inc., Eurotech, Fastwel, “Энергостандарт”, “КомПА”, ПК “Пролог”, “Принципал Электрик”, ЭЗЭ “Рус” и др.

Гости выставки по достоинству оценили насыщенную деловую программу, в рамках которой состоялась XVI Международная специализированная конференция по промышленной автоматизации и встраиваемым системам.

Живой отклик вызвали доклады компаний Intel, Fastwel и ПРОСОФТ, прочитанные в рамках секции “Встраиваемые системы: новые горизонты открытых стандартов”, в которых аудитория познакомилась с последними разработками и планами лидеров рынка встраиваемой техники для ответственных применений.

Также множество слушателей привлекла конференция “Облачные решения, Интернет вещей, Большие данные: от концепта к реализации”, на которой выступили компании QUARTA Technology, Eurotech, Advantech.

Большое внимание гостей выставки “ПТА-2016” привлекла секция конференции “Промышленная автоматизация: на пути к Industry 4.0”, в ходе которой аудитория познакомилась с решениями, созданными в рамках концепции Интернета вещей для всех уровней промышленной автоматизации, а именно – с презентациями компаний Siemens, Advantech, “ЭМИКОН”, Iconics, Bosch Rexroth, “ПРОСОФТ” и др.

Серьезный и злободневный вопрос обеспечения инженерными кадрами отраслей, связанных с разработками для промышленной автоматизации, был раскрыт в секции “Промышленная автоматизация сегодня и ее кадровое обеспечение”. Были охвачены острые темы готовности отрасли к решению задач импортозамещения с точки зрения их комплектации специалистами.

Значимым дополнением к экспозиционной и презентационной частям выставки “ПТА-2016” стало проведения ряда круглых столов, где участники рынка – эксперты, заказчики и разработчики смогли в непринужденной атмосфере обсудить актуальные вопросы, реализованные и планируемые проекты.

Программа конференции представлена на сайте *http://www.pta-expo.ru/moscow/2016/conference_programm16/*

Также посетители смогли принять участие в конкурсах и выиграть призы. Например, в конкурсе для пользователей социальной сети Instagram, QR-квесте и конкурсе на звание самого активного участника деловой программы. Среди активных участников из зала своих владельцев нашли ценные призы. Победители QR-квеста получили бесплатные сертификаты на обучающие курсы от генерального спонсора выставки – компании ПРОСОФТ.

Отдельно отметим **конкурс проектов лабораторных стендов и студенческих проектов**, который компания Fastwel провела среди представителей высших учебных заведений. Молодые специалисты, принявшие участие в нем, разработали и представили свои модели учебно-лабораторного стенда и проекты с применением контроллеров или процессорных модулей Fastwel.

Все, кто хотел найти работу в сфере промышленной автоматизации, посетили ярмарку вакансий “Территория возможностей”, действующую на отдельном стенде, где оставили свои контактные данные и заполнили специальные анкеты, интересные потенциальным работодателям.

Официальную поддержку выставке “ПТА-2016” оказывали Торгово-промышленная палата РФ; Московская Торгово-промышленная палата; Департамент науки, промышленной политики и предпринимательства города Москвы; Международное общество автоматизации ISA; некоммерческое партнерство “АВОК”; МГТУ “СТАНКИН”; Центр измерительных технологий и промышленной автоматизации при МГУ имени М.В. Ломоносова.

До встречи на **XVII Международной специализированный выставке “Передовые Технологии Автоматизации. ПТА-2017”**, которая пройдет в ЦВК “Экспоцентр” с 31 октября по 2 ноября 2017 года!

www.pta-expo.ru/moscow

XXIV МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Конгрессно-выставочный центр «ЭКСПОФОРУМ»

Санкт-Петербург

- Электроэнергетика
- Теплоснабжение
- Автоматизированные системы управления технологическими процессами
- Безопасность энергообъектов
- Возобновляемые источники энергии
- Интеллектуальные сети
- Исследования и разработки
- Программное обеспечение
- Светотехника
- Системы и средства измерения контроля
- Энергоэффективные и энергосберегающие технологии и оборудование

25–28 апреля 2017

EXPOFORUM

Тел.: +7 (812) 240 4040, доб. 154

РЕСТЭК® выставочное объединение

Тел.: +7 (812) 303 88 68

www.energetika-restec.ru

ИНТЕРВЬЮ ВИЦЕ-ПРЕЗИДЕНТА ПО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМУ СЕКТОРУ, ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И КОММУНАЛЬНЫМ ПРЕДПРИЯТИЯМ Dassault Systèmes Тома ГРАНА (Thomas GRAND) И ЗАМЕСТИТЕЛЯ ДИРЕКТОРА ПО СИСТЕМНОЙ ИНЖЕНЕРИИ И ИТ ГРУППЫ КОМПАНИЙ АСЭ («Росатом») Павла БРУКА ГЛАВНОМУ РЕДАКТОРУ ЖУРНАЛА «АВТОМАТИЗАЦИЯ И IT В ЭНЕРГЕТИКЕ» Александру ЕГОРОВУ

Тома ГРАН занял пост вице-президента по решениям для энергетического сектора, перерабатывающей промышленности и жилищно-коммунального хозяйства Dassault Systèmes в 2016 году.

В этой должности он отвечает за внедрение в общеотраслевую практику нового цифрового подхода в отношении всего жизненного цикла бизнеса – от реализации инноваций до утилизации, с конечной целью создать условия для устойчивого развития в 21 веке. В зону его ответственности входит помощь энергетическим, перерабатывающим, химическим, коммунальным, нефте- и газодобывающим компаниям в создании более эффективных и экологически устойчивых материалов, процессов и производственных площадок с помощью платформы Dassault Systèmes 3DEXPERIENCE.

Тома Гран начал свою карьеру в British Energy, с должности инженера-системотехника на атомной электростанции Sizewell B. Затем он занимался консалтингом и управлением проектами в энергетическом секторе в подразделении IBM Business Consulting Services и в AREVA. После этого он присоединился к департаменту корпоративного маркетинга AREVA, где отвечал за анализ рынка атомной энергетики и возобновляемых источников энергии, а позднее был назначен на должность вице-президента по стратегическому маркетингу.

Тома Гран получил степень магистра в области управления энергетическими проектами в рамках совместной программы норвежской бизнес-школы BI, школы IFP во Франции и Европейской бизнес-школы ESCP, а также имеет степень бакалавра в области проектирования цифровых систем от Университета Западной Англии и диплом младшего специалиста в области энергетики и промышленной автоматизации от Университета им. Клода Бернара во Франции.

Павел Александрович БРУК родился в Москве в 1972 году. В 1996 году окончил Московский авиационный институт им С.Орджоникидзе по специальности "Проектирование самолетов". На последних курсах в качестве дополнительной специализации изучал САПР, работал в компании Computervision инженером технической поддержки. В 1996 году проходил 8-месячную стажировку в Центре инноваций и проектирования (PIDC) Ливерпульского университета (Великобритания).

В 1996-1999 гг. обучался в аспирантуре МАИ.

В 1996 году П. Брук начал работать в Unigraphics Solutions (ныне – Siemens PLM Software): с 1996 по 1999 год – техническим специалистом по PDM-системе iMAN; с 1999 по 2001 год – в представительстве компании в Германии, где руководил проектами внедрения PLM Teamcenter в BMW и др. компаниях; с 2001 года – директор направления PLM в России и СНГ.

В 2006 году П. Брук перешел в компанию Intel на должность директора по развитию бизнеса программных продуктов Intel в России, СНГ, Восточной Европе, Ближнем Востоке, Африке и Скандинавии. Затем, с 2006 по 2010 год, работал в компании Autodesk – сначала на должности директора по работе с партнерами, позднее стал директором по развитию бизнеса в машиностроении в регионе Россия, СНГ, Восточная Европа, Ближний Восток, Африка. В 2010 году перешел в компанию Bentley Systems на должность директора по работе с партнерами в России, СНГ и странах Балтии.

С 2011 года г-н Брук возглавлял представительство компании Dassault Systèmes SolidWorks в России и СНГ.

На данный момент Павел является заместителем директора по системной инженерии и ИТ Группы компаний АСЭ ("Росатом").

Вопрос: ***Каковы перспективы и динамика внедрения инновационных технологий на энергетических предприятиях в России? В особенности, применение альтернативных источников – солнечной, гидро и ветроэнергетики, возобновляемые энергоресурсы?***

Тома Гран: С моей точки зрения, среди приоритетных направлений на российском рынке стоит выделить скорее повышение энергоэффективности, нежели чем использование распределенных источников возобновляемой энергии. Энергоэффективность здесь может быть получена путем оптимизации существующих электростанций и существующих энергетических сетей, а также оптимизации имеющихся потребителей – то есть промышленных потребителей энергии. Что же касается возобновляемых источников энергии, на мой взгляд, в России высоко развита гидроэнергетика – сейчас в этой области происходят значительные обновления. Все это является вкладом в повышение энергоэффективности, а также в снижение вредных выбросов в атмосферу.

Павел Брук: Я думаю, альтернативная энергетика на данный момент еще не достигла высокого уровня эффективности, и здесь еще есть пространство для технологического развития. Скорее всего, всю сферу альтернативной энергетики надо сравнивать не с угольной или нефтяной, а именно с атомной, потому что она наиболее продвинута во всех областях – более безопасная, чистая, эффективная и более дешевая.

Вопрос: ***Использование каких технологий и отраслевых решений необходимо для модернизации ресурсо-ориентированной экономики в России, чтобы выдержать конкуренцию на глобальном уровне?***

Тома Гран: Согласно нашему опыту работы с российскими заказчиками – например, тому, что мы делаем вместе с ASE Group, – российские компании имеют все возможности для экспорта не только природных ресурсов, но и технологий российской разработки. Российская экономика идет по пути диверсификации и уже вступила в глобальное конкурентное поле с компаниями международного уровня. Модернизацию российской экономики можно, среди прочего, осуществлять за счет того, что операторы, которые предлагают свою продукцию на международном рынке, могут продавать товары более высокой степени переработки. Эту тенденцию мы наблюдаем повсюду – компании, которые продают сырье, развивают свои возможности по продаже товаров с добавленной стоимостью. Наиболее очевидным примером является то, что нефтяные компании не только продают сырую нефть, но продукты переработки, продукты нефтехимии или даже готовые продукты, такие как смазочные масла для автомобилей и так далее. Это относится к целому ряду отраслей, которые занимаются добычей полезных ископаемых – они уходят от продажи чистого необработанного сырья на международных рынках и начинают продавать продукты с определенной степенью переработки. Такие виды продукции являются более дорогими и имеют более высокую долю добавленной стоимости.

Вопрос: ***Каковы, на ваш взгляд, перспективы использования аддитивного производства?***

Тома Гран: Аддитивные технологии сегодня являются реальностью для Dassault Systèmes. Мы разработали целый ряд возможностей в виде экспедиторских платформ для того, чтобы обеспечить комплексный процесс оптимизации аддитивного производства. Мы ведем разработки в области материалов, создаем новые виды порошков для аддитивного производства, создаем возможности для инновационных форматов аддитивного производства, используя инструменты моделирования. Также в компании разрабатываются новые способы управления станками аддитивного производства, таким образом, повышая долговечность конечного продукта. К примеру, благодаря такому управлению мы можем оптимизировать методы создания конструкций и отдельных элементов изделий. Лазерный луч будет идти по наиболее оптимальной траектории, обеспечивая отсутствие дефектов в конечном продукте. Надежность конечного продукта особенно важна в авиакосмической отрасли, энергетике и тяжелой промышленности. С использованием аддитивного производства больше не будет необходимости заменять критически важные элементы конструкции, их можно будет починить прямо на площадке заказчика. Например, ролики, которые являются частью прокатных станов – их меняют через определенное

количество часов работы. Сегодня, благодаря возможностям аддитивного производства мы можем восстанавливать металл, который подвергся износу на этих роликах. Нечто подобное уже делается в космической и оборонной промышленности, где есть возможность восстанавливать части реактивных двигателей, вместо того, чтобы заменять эти детали. Так что аддитивное производство предлагает новые возможности для владельцев и операторов-эксплуатантов заводов. Снижаются также потребности по складированию запасных частей. Те запасные детали, которых не оказалось на складе, могут быть предоставлены быстрее. Возникает возможность улучшить конструкцию вещей так, чтобы их стоимость снизилась. Для того, чтобы обеспечить все эти сервисы, Dassault Systèmes открывает в последнем квартале 2016 года свое предприятие, которое объединит поставщиков виртуальных запчастей с теми компаниями, предоставляющими услуги по моделированию и созданию конструкций, а также компаниями, которые могут печатать и поставлять запасные части. Условно говоря, аддитивное производство будет поставляться как услуга через определенную платформу.

Вопрос: ***В рамках программы "Национальная технологическая инициатива" было создано направление EnergyNet, нацеленное на формирование интеллектуальной энергетики будущего. Как вы оцениваете концепцию Internet of Energy? С какими сложностями может столкнуться государство при реализации программы?***

Тома Гран: Концепция EnergyNet похожа на концепцию, которая некоторое время назад возникла в ряде стран. Она известна как промышленная экология. За этой программой стоит идея о том, что элементы сетей электростанций, а также потребляющих организаций могут быть связаны вместе в рамках промышленных парков – чтобы то, что идет на выходе одного предприятия, шло на вход в другое предприятие. Это относится к энергии, но также относится и к материалам. В некоторых странах мы видим, что такие парки действительно получают развитие. Это обеспечивает конкурентные преимущества промышленным предприятиям, которые находятся на площадках этих парков. За этой простой идеей стоит задача по моделированию, которая является очень непростой. Речь идет об обмене энергии и материалов, призванной обеспечить достаточный возврат инвестиций. Обычно это процесс, который можно осуществлять при помощи платформы 3DEXPERIENCE, поскольку здесь обеспечивается коллективная научная работа по целому ряду дисциплин. Еще одна тема – это так называемые "умные" города. Инициатива компании Dassault Systèmes в этой области называется 3DEXPERIENCity. В прошлом же году компания была задействована в пилотном проекте "Виртуальный Сингапур" – пожалуй, одном из самых масштабных проектов среди виртуальных систем социального назначения, в рамках которого весь город был "оцифрован" с помощью решений Dassault Systèmes. Промышленная экология включает в себя ряд дисциплин, которые рассматривают эту проблему как единый комплекс. При этом здесь есть еще один уровень сложности. Он состоит в том, что в этих процессах принимает большое количество различных организаций: правительства разного уровня, министерства, подрядчики и, в конечном итоге, граждане. Главная проблема будет похожа на те, которые возникают и в других странах: сложно организовать все стороны, которые участвуют в создании программы. Эти организации имеют свои собственные приоритеты и представлены людьми, находящимися на выборных должностях и срок их полномочий ограничен, другие имеют долгосрочный характер. В этой ситуации важно обеспечить взаимодействие не только междисциплинарного, научного плана, но и распространение информации между всеми участниками процесса.

Вопрос: ***В этом году Dassault Systèmes и АСЭ расширили свое сотрудничество за счет внедрения таких решений как Optimized Plant Construction и Efficient Plant Operation. Какие результаты уже очевидны на данном этапе?***

Павел Брук: Наше сотрудничество началось уже очень давно. У нас есть определенная стратегия – мы не просто интегрируем решения Dassault Systèmes. Мы используем свои наработки и знания не только как компания, которая проектирует и строит станции, но также и как компания, которая оказыва-

ет услуги в консалтинговой области управления. АСЭ занимается построением своей собственной линейки решений на базе решений Dassault Systèmes. В рамках этой стратегии мы планируем создать единую систему управления информацией, которая будет включать в себя все элементы, необходимые для обеспечения полного жизненного цикла объектов – не только атомных электростанций, но и всех объектов капитального строительства. И, соответственно, работать над такими проблемами как управление требованиями, управление конфигурацией, управление стоимостью, рисками, управление процессами строительства. Все это мы строим на платформе 3DEXPERIENCE. Какие-то решения уже готовы и доступны в качестве коммерческих продуктов. Есть и решения, которые в данный момент находятся в разработке, и здесь мы успешно сотрудничаем с компанией Dassault Systèmes.

Среди основных преимуществ на данном этапе стоит выделить возможность создания полной информационной модели станций. Речь идет не только о 3D, но и документации. Подсистемы документооборота и подсистемы управления конфигурацией мы можем сейчас передать оператору, чтобы дальше можно было успешно обеспечивать эксплуатацию. Фактически вся информационная модель хранится в электронном виде. Мы осуществляем контроль этой информационной модели и ее обновления в процессе эксплуатации. Я считаю, что тот уровень автоматизации, тот уровень использования программных продуктов, который мы сейчас уже имеем, не сравним ни с одной другой компанией в мире. Мы вышли на очень продвинутый уровень и развиваем свои компетенции в различных направлениях, работая, в том числе, над такими системами как виртуальный энергоблок – когда вы имеете возможность смоделировать практически все физические процессы. С помощью этой модели можно моделировать ситуации, прогнозировать обслуживание, осуществлять обучение персонала. Это все стало возможным благодаря нашим методикам и платформе 3DEXPERIENCE.

Вопрос: ***Насколько успешной продемонстрировала себя технология Multi-D? Как происходит развитие совместного проекта компаний и стоит ли ожидать новых этапов сотрудничества Dassault Systèmes и АСЭ?***

Тома Гран: Multi-D – действительно успешная технология. Например, во время последней выставки World Nuclear Exhibition, которая прошла в Париже в июне, компания Росатом получила соответствующий приз за использование Multi-D в проектах по ядерной энергетике. Это пример международного признания ценности и полезности данной идеологии, что должно обеспечить возможности развития данных услуг и методологии АСЭ иметь дальнейшее развитие, возможно, с выходом и за рамки ядерной отрасли. В этой связи в ближайшем будущем должны появиться новые примеры сотрудничества.

Павел Брук: На World Nuclear Exhibition мы получили очень престижную премию. Было всего 4 номинации, и в одной из них мы выиграли. Это очень серьезное признание. Мы постоянно развиваем эту технологию. Multi-D состоит из наших методик в каждой конкретной предметной области – наших услуг в области внедрения, из инструментов, которые мы разрабатываем и из платформы, на которой все эти решения работают. То есть, это такое комплексное предложение для рынка. И совершенно верно, что с этой технологией мы выходим не только на предприятия Росатома, которые давно это уже используют, не только на другие проекты атомной энергетики в мире, где к этой технологии большой интерес проявляют иностранные компании. Мы эту технологию планируем продвигать и в других проектах – в обычной энергетике и в других инфраструктурных проектах. Это и нефтегаз, и транспорт, и строительство. Все области, где имеются большие высокозатратные проекты, капитальные проекты, где нужно очень четко следовать плану, где необходимо соблюдать бюджет и обеспечивать взаимодействие с большим количеством субподрядчиков и где этот объект эксплуатируется достаточно длительный срок, даже десятки лет. Сейчас мы начинаем продвигать свои технологии, свои инструменты Multi-D во всем мире.

Редакция журнала благодарит Вас за содержательные ответы.

Центр Международной Торговли Челябинск
пр. Ленина, 35

11–14 апреля 2017 г.

Девятый международный промышленный форум «Реконструкция промышленных предприятий – прорывные технологии в металлургии и машиностроении»

17-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА «УРАЛЬСКАЯ ПРОМЫШЛЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ НЕДЕЛЯ»

Специализированные выставки:

- «Металлургия. Метмаш»
- «Машиностроение. Металлообработка. Сварка. Инструмент»
- «Промэнерго. Энергосбережение и энергоэффективность»
- «Экология. Промышленная безопасность»
- «Транспорт. Логистика. Склад»

Организаторы:

Правительство Челябинской области

ЦЕНТР МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛИ ЧЕЛЯБИНСК

www.promforum74.ru

KazInterPower-2017

7-ші ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ ЭЛЕКТРТЕХНИКА ҚҰРАЛ-ЖАБДЫҚТАРЫ МЕН ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫНЫҢ КӨРМЕСІ

7-ая МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ ПО ЭНЕРГЕТИКЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

14-16
маусым | июня
г. ПАВЛОДАР

KAZ INTER POWER

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА:

Союз инженеров-энергетиков Республики Казахстан

Союз энергетиков.РФ

Казахстанская Электроэнергетическая Ассоциация

Палата Предпринимателей Павлодарской Области

ҰЙЫМДАСТЫРУШЫЛАР:
ОРГАНИЗАТОРЫ:

kazexpo МВК

BM EXPO

050022, г.Алматы, ул.Шевченко, 90, оф.76
тел./факс: +7 (727) 250-75-19, 313-76-29
e-mail: kazexpo@kazexpo.kz
Website: www.kazexpo.kz

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ
И УЧАСТИИ:

Министерство промышленности, транспорта и инновационных технологий Омской области

Администрация города Омска
Межрегиональная ассоциация «Сибирское соглашение»

Омская ТПП

НП «Сибирское машиностроение»

Союз машиностроителей России

22 - 24 МАРТА 2017 Г. ОМСК

ИнтерСиб
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР

ОМСК-ЭКСПО
ВЫСТАВОЧНАЯ КОМПАНИЯ

FarEXPO
PROFESSIONAL EXHIBITION & CONGRESS ORGANIZER

СИБИРСКИЙ ПРОМЫШЛЕННО-ИННОВАЦИОННЫЙ ФОРУМ
ПРОМТЕХЭКСПО

www.intersib.ru

АВТОМАТИЗАЦИЯ
ЭЛЕКТРОНИКА
ИЗМЕРЕНИЯ

19-я СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

- Автоматизация предприятий
- АСУ ТП • САПР
- Измерительные приборы и системы
- Электротехническое оборудование для систем автоматизации
- Электронные компоненты и комплектующие
- Технологии и оборудование для электронной промышленности

Выставочная компания "ФАРЭКСПО" г. Санкт-Петербург
Тел./факс: +7(812) 777-04-07, +7(812) 718-35-37
E-mail: ais@farexpo.ru www.farexpo.ru/omsk

МВЦ "ИНТЕРСИБ", ВК "ОМСК-ЭКСПО" г. Омск
Тел./факс: +7(3812) 22-04-59, 23-23-30, 25-84-87
E-mail: expo@intersib.ru www.intersib.ru

Место проведения выставки:
г. Омск, ул. 70 лет Октября, 25/2, ОБЛАСТНОЙ ЭКСПОЦЕНТР

Cabex — энергия успеха

Cabex

16-я Международная выставка кабельно-проводниковой продукции

21–23 марта 2017 года
Москва, КВЦ «Сокольники»

- Кабели и провода
- Кабельные аксессуары
- Электромонтажные изделия
- Оборудование для монтажа и прокладки кабеля

Реклама

Получите билет на www.cabex.ru

Организаторы:

ITE

Тел.: +7 (499) 750 08 28
E-mail: cabex@ite-expo.ru

ОАО «ВНИИКП»

Ассоциация Электрокабель

Генеральный интернет-партнер:

RusCable.Ru

ЭНЕРГЕТИКИ ШУТЯТ

Если ваши руки в диэлектрических перчатках, то неважно откуда они растут. **NN**

В качестве единой мировой валюты будет киловатт-час. **© Артур Кларк**

Заземлить незаземленное заземление… **NN**

В России всегда будут бурно развиваться беспроводные технологии, потому как провода у нас тупо воруют. **NN**

Как известно, сопротивление человеческого тела около 100 кОм.
Каждые 100 г водки, принятые вовнутрь, снижают сопротивление тела на 1 кОм.
Сколько нужно выпить водки, чтобы достичь состояния сверхпроводимости? **NN**

Не трогайте оголенные провода мокрыми руками, они от этого ржавеют. **NN**

У истинного генератора идей должен быть некоторый «сдвиг по фазе». **NN**

Ничто так не настраивает человека на хорошее мышление, как положительный заряд высокого напряжения. **NN**

В схеме не может быть дорогих предохранителей по одной простой причине:
назначение предохранителя – сгореть! **NN**

Электрический ток не бьёт, он защищается. **Ашот Наданян**

У меня с электричеством очень натянутые отношения. Я его боюсь, а оно меня просто ненавидит.
Бьет при любом удобном случае. **NN**

Если бы Ньютон сидел под грушей, он изобрел бы электрическую лампочку! **NN**

– А у нас мужика 12 вольтами убило! – Как? – Аккумулятор с полки упал. **NN**

Что блондинка ждет у розетки? (Электронную почту). **NN**

Почему в кинотеатре свет гаснет постепенно?
Электрик медленно-медленно вынимает вилку из розетки. **NN**

Подборка А. ЕГОРОВА

ПОДПИСКА НА ПЕРВОЕ ПОЛУГОДИЕ 2017 г.
Уважаемые читатели!

Оформить подписку на журнал

«Автоматизация и IT в энергетике»

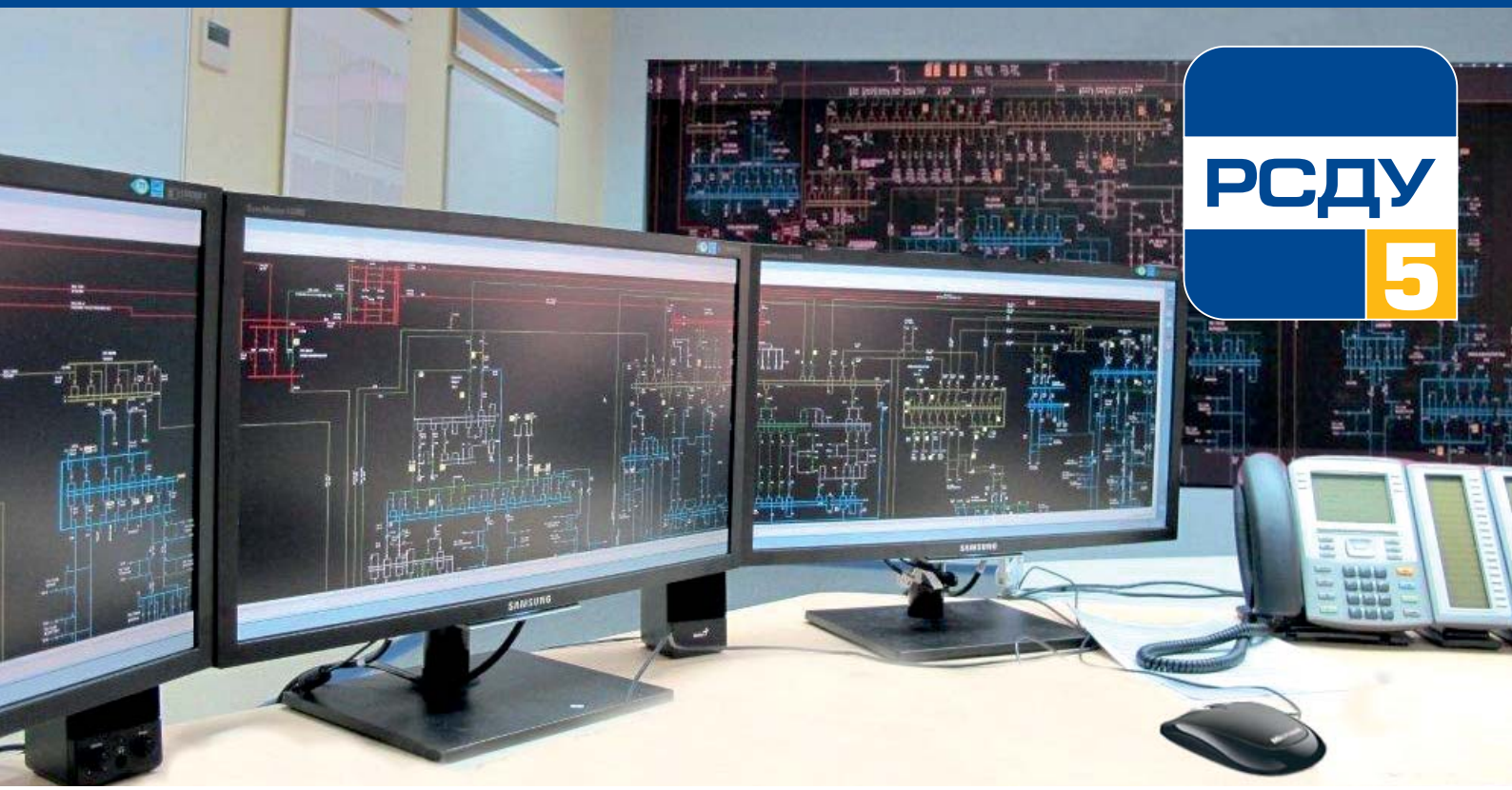
на территории России Вы можете:

- В любом почтовом отделении по каталогу “Газеты. Журналы” агентства “Роспечать”: подписной индекс **32954**.
- Онлайн в Интернет-каталоге “Пресса по подписке” (http://www.akc.ru)
- Обратившись в редакцию по телефону/факсу (495) 221-09-38 или электронной почте info@avite.ru, Вы можете оформить подписку, начиная с любого номера текущего года, а также заказать архив за 2009-2016 гг.

Не забудьте указать Ваш точный обратный адрес

ЭНЕРГЕТИКА
МИКРОЭЛЕКТРОНИКА
АВТОМАТИКА

Технические решения для автоматизации энергообъектов



Распределенная система диспетчерского управления

- Масштабируемость системы, возможность применения для всех уровней управления сетями (ЦУС, ДП РЭС, АСУТП ПС)
- Объектно-ориентированная информационная модель
- Открытая база данных, возможность самостоятельного развития системы пользователями
- Возможность использования в качестве интеграционной платформы, легкая интеграция с используемыми на предприятии АСУ (АИСКУЭ, АСУП, ERP-системами и др.)
- Поддержка широкого спектра протоколов от современных до устаревших и уникальных протоколов телемеханики
- Стоимость лицензии не зависит от количества обрабатываемых параметров и пользователей (АРМ)
- Многоуровневая техническая поддержка от производителя ПО, в том числе регулярные обновления

www.ema.ru

ООО «ЭМА»
630082, г. Новосибирск, ул. Дачная, 37
Тел. (383) 220-91-34, info@ema.ru

ПРЕДПРИЯТИЯ ВОСЬМИ ОТРАСЛЕЙ
В НЕСКОЛЬКИХ СТРАНАХ МИРА
ВЫБИРАЮТ КОМПАНИЮ

«НВТ-АВТОМАТИКА»

www.nvtav.ru

ISO 9001
EAC

Более 20 лет

на рынке промышленной автоматизации

- Инновационные технологии
- Наилучшие технические характеристики
- Привлекательные цены
- Высокое качество сервиса
- Огромный опыт
- Высокопрофессиональный коллектив
- Налаженные производственные процессы

ОТРАСЛЕВЫЕ РЕШЕНИЯ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ

Энергетика | Нефтехимия | Котельные | Металлургия | Тепловые сети и ЖКХ | Водоканалы | Производство стекловолокна | Освещение

НВТ АВТОМАТИКА

ООО «НТЦ НВТ-Автоматика»
111250, Россия, Москва, Проезд завода «Серп и Молот», дом 6
Телефон +7 (495) 361-2334, факс +7 (495) 362-1771
mail@nvtav.ru, www.nvtav.ru