

ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

И.В. Крупа, аспирант, Н.В. Привалов, аспирант, В.П. Мельников, канд. техн. наук
(ГНУ «Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси»)

Аннотация

В статье приведены особенности формирования информационного обеспечения многофункциональной автоматизированной системы диспетчерского управления электрическими сетями, основанной на использовании детального моделирования и описания свойств элементов сети.

In article are given features of formation of information support of the multipurpose automated system of dispatching management by the electric networks, based on use of detailed modeling and the description of properties of elements of a network.

Введение

Прогресс и эффективность в области SCADA-систем в последние годы связан с привлечением разработчиками новейших информационных технологий, интеграцией приложений, встраиванием стандартных языковых средств для программирования пользовательских алгоритмов и экранных взаимодействий.

В электроэнергетике эти системы также занимают доминирующее положение для решения задач приема, обработки, отображения информации, телеуправления коммутационными аппаратами, формирования различных отчетов и т.п. Развитие автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ) электросетей требует введения средств, обеспечивающих автоматизацию расчетов режимов работы, предотвращения аварий и ряда других задач, связанных с автоматическим управлением переключениями. Это аналитические задачи, для решения которых в первую очередь требуются соответствующие описания моделей электрической сети. Учитывая то, что сеть является динамическим объектом, параметры которого постоянно изменяются во времени, количество таких описаний может быть сколь угодно большим. Поэтому для оперативного решения задач необходимо использовать механизмы автоматического формирования требуемых расчетных моделей. Впервые один из таких механизмов был опробован в АСДУ при расчете установившегося режима сети [1]. В данной работе продемонстрировано развитие такого рода механизмов в направлении автоматизации не только задач расчета установившегося режима, но и задач контроля правил выполнения переключений и автоматического управления переключениями в распределительных электрических сетях. Очевидно, что возможность формирования той или иной модели в первую очередь определяется наличием необходимого объема информации об электрической сети.

Всю информацию, используемую в АСДУ, можно разделить на два вида: статическая информация (уникальные номера элементов, их технические характеристики, ближайшие электрические связи, различные свойства и т.п.) и динамическая информация (положения коммутационных аппаратов, данные о нагрузках и т.п.).

Таким образом, любая модель сети может быть описана комбинацией этих двух видов информации. Коммутационная модель сети на данный момент времени может быть построена только в том случае, если для каждого элемента сети известны все электрически связанные с ним другие элементы (статическая информация) и состояния всех коммутационных аппаратов (динамическая информация). В этой связи важно использовать такую структуру описания свойств элементов сети, которая обеспечила бы информационную достаточность для формирования любых моделей. С этой целью в ряде стран, включая РБ, предприняты серьезные шаги по созданию систем описания элементов и объектов электрических сетей [2, 3] и даже созданы международные стандарты по общей информационной модели (СИМ) МЭК 61970 и МЭК 61968. Несмотря на большие усилия, работа в этом направлении еще не завершена и не получила широкого практического использования. Поэтому авторами предложено использовать свою систему классификации и кодирования элементов электрической сети, отличающуюся достаточной избыточностью информации. Это позволило разрабатывать механизмы автоматизации решения задач, не дожидаясь появления нормативных документов. Наличие избыточности информации обеспечит её преобразование в любой другой требуемый вид по мере формирования стандартов.

Основная часть

Для описания свойств элементов электрической сети разработана многоуровневая древовидная струк-

тура. На первом уровне формируется общая информация об элементе, включающая уникальный номер, иерархическую принадлежность, рабочее напряжение, перечень ближайших электрически связанных с ним элементов, уровень диспетчерского управления и устанавливается принадлежность к тому или иному классу. Понятие класса введено для обеспечения гибкости при формировании структуры индивидуальных свойств элементов. Для каждого класса разработана своя специфическая структура. На рис. 1 в качестве примера показана шести уровневая структура свойств для элементов класса «Выключатель».

Данная структура свойств элементов реализована в специально разработанном программном обеспечении (ПО) АСДУ, архитектура которого показана на рис. 2. В ПО можно выделить три составные части. Одна часть включает модули, реализующие типовые функции, такие как архивирование всей входящей и выходящей информации, протоколирование событий, формирование различных графиков, отчетов и т.п. Другая группа модулей, наряду с типовыми функциями (прием, обработка и отображение информации), обеспечивает формирование базы данных динамической информации. Третья группа специализирована на создании базы данных статической информации.

Наличие баз данных статической и динамической информации практически не привело к изменению алгоритмов приема, обработки, архивирования и отображения информации, характерных для известных SCADA систем.

База данных динамической информации создается и хранится на сервере управления данными. Информация для нее поступает в систему как от внешних источников (устройства телемеханики, другие автоматизированные системы управления), так и от действий пользователя при работе с мнемосхемами.

Поскольку все элементы мнемосхем динамические и наделены наборами свойств в соответствии с разработанной структурой, пользователь имеет возможность переводить любой нетелемеханизированный элемент из одного состояния в другое, и задавать ему различные нагрузочные характеристики. Пример отображения информации о свойствах элемента и вида нагрузочных характеристик показан на рис. 3.

База данных статической информации формируется с помощью редактора базы данных и редактора библиотеки графических примитивов. Эти программные модули обеспечивают создание любых элементов сети, задание им всех необходимых свойств в соответствии с разработанной структурой, а также позволяют формировать и редактировать мнемосхемы.



Рисунок 1. Структура свойств элементов электрической сети

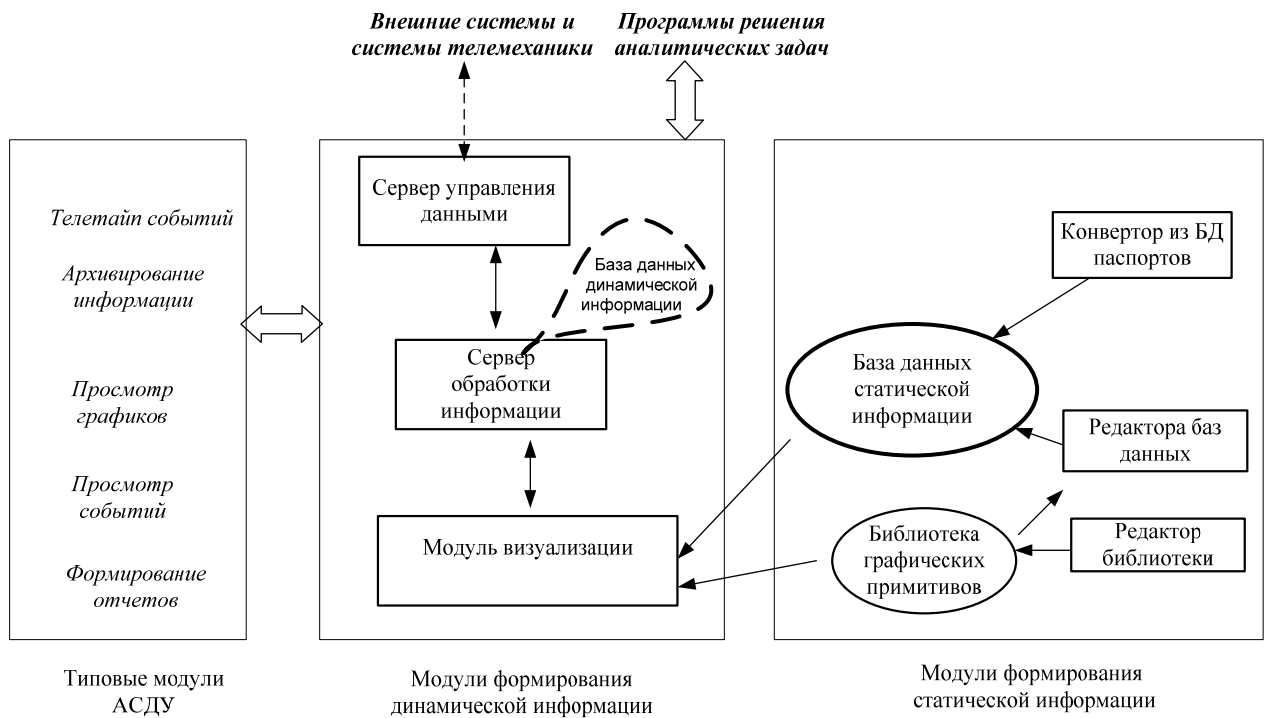


Рисунок 2. Архитектура программного обеспечения АСДУ

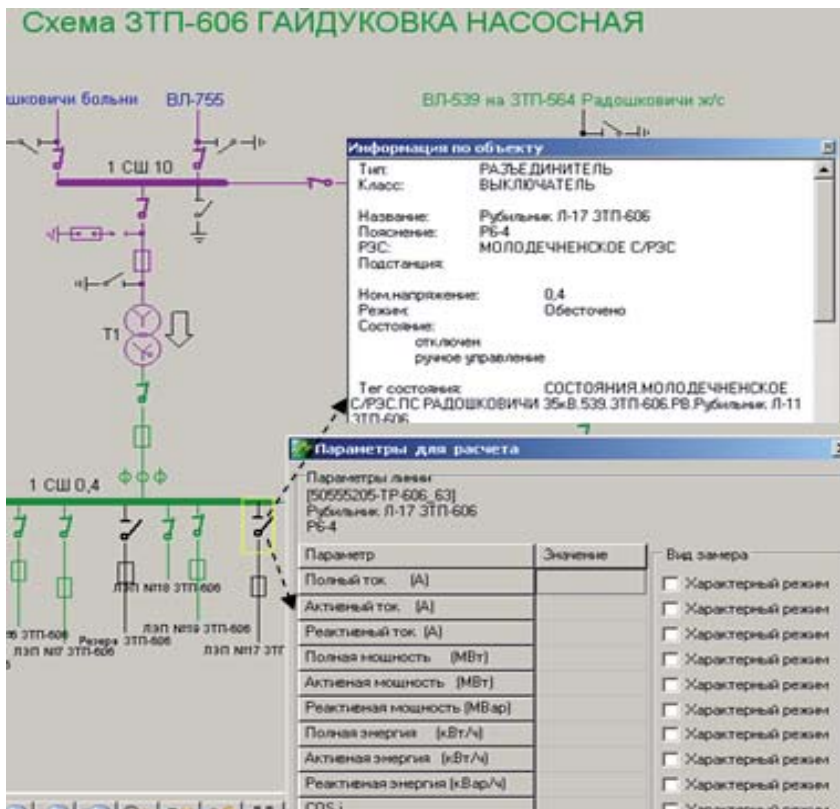


Рисунок 3. Формы отображения информации об элементах сети и вида нагрузочных характеристик

Особые функции в системе выполняет специальный сервер обработки информации. Он принимает всю динамическую и статическую информацию, обеспечивает необходимой информацией другие модули системы и одновременно реализует такую важную логическую функцию как окрашивание элементов мнемосхем различными цветами в зависимости от их реального состояния. Вид элементов и цветовая окраска отображаются на мнемосхемах в соответствии с их реальными состояниями в системе (под напряжением, без напряжения, заземлен, включен, отключен и др.), которые хранятся в базе данных динамической информации. Прежде чем отобразить элемент на мнемосхеме, сервер анализирует положения коммутационных аппаратов всех цепей, отходящих от источников питания, и определяет элементы, находящиеся под напряжением.

На основании этой информации, модуль визуализации автоматически окрашивает элементы тем цветом, который соответствует напряжению источника питания. Аналогично анализируя состояния элементов, сервер формирует предупредительные со-

общения при попытке параллельного включения, при подаче напряжения на заземленный элемент или, наоборот, при подключении заземления к элементу, находящемуся под напряжением (рис. 4).

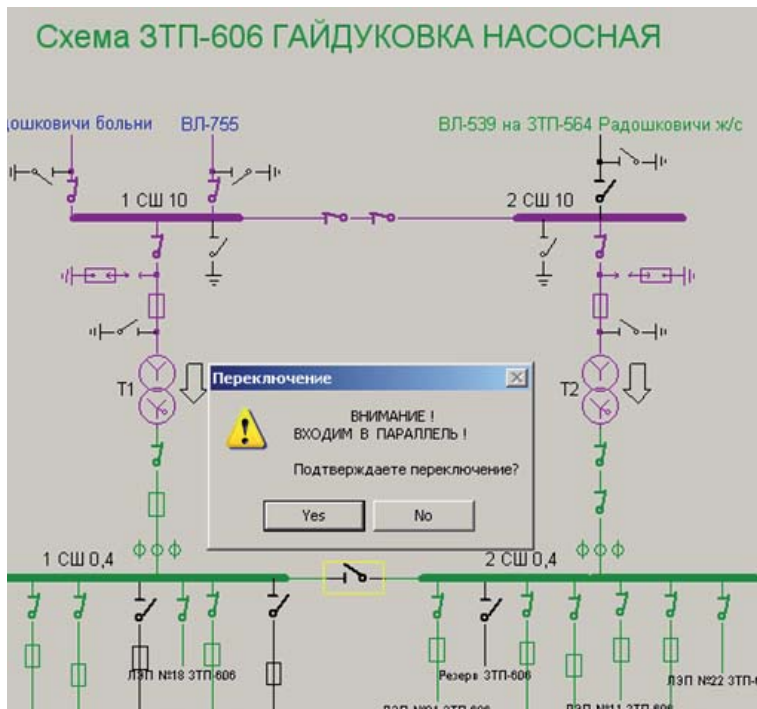


Рисунок 4. Автоматическое формирование предупреждения о входе в параллель при попытке перевести во включенное состояние рубильник, соединяющий в ТП две секции шин напряжением 0,4 кВ.

Сервер обработки информации является также ключевым звеном в процессе решения ряда аналитических задач. Из всего многообразия такого рода задач в данной работе апробированы:

- расчет установившегося режима электрической сети;
- контроль правил выполнения переключений;
- автоматическое управление переключениями при аварийном отключении ЛЭП 10 (6) кВ.

Все эти задачи решались с помощью дополнительных специализированных программ.

Для расчета установившегося режима сети в системе автоматически формируется необходимый массив информации и передается в специальную программу расчета режимов [4]. По завершении расчета, результаты возвращаются в систему, где отображаются на мнемосхемах, как показано на рис. 5, и архивируются.

Формируемый массив информации представляет собой полное описание сети, содержащее наборы динамических и статических свойств элементов, подключенных к источникам питания на данный момент времени. Состав свойств, участвующих в расчете, в первую очередь определяется классом элемента (табл. 1). Управляя положениями коммутационных аппаратов, можно

конфигурировать любой вариант сети, обеспечивая автоматическое формирование необходимой расчетной модели. Расчеты могут выполняться для текущего (по данным телеметрии), прошлого (исторического) и прогнозируемого состояния сети. Эта особенность системы имеет большое значение для моделирования режимов работы сети, поиска оптимальных вариантов запитки потребителей и т.п.

Для автоматического контроля правил выполнения переключений разработан специальный программный модуль, реализующий алгоритмы в соответствии с действующими инструкциями по переключениям в электроустановках электрической сети. В модуле использованы основ-

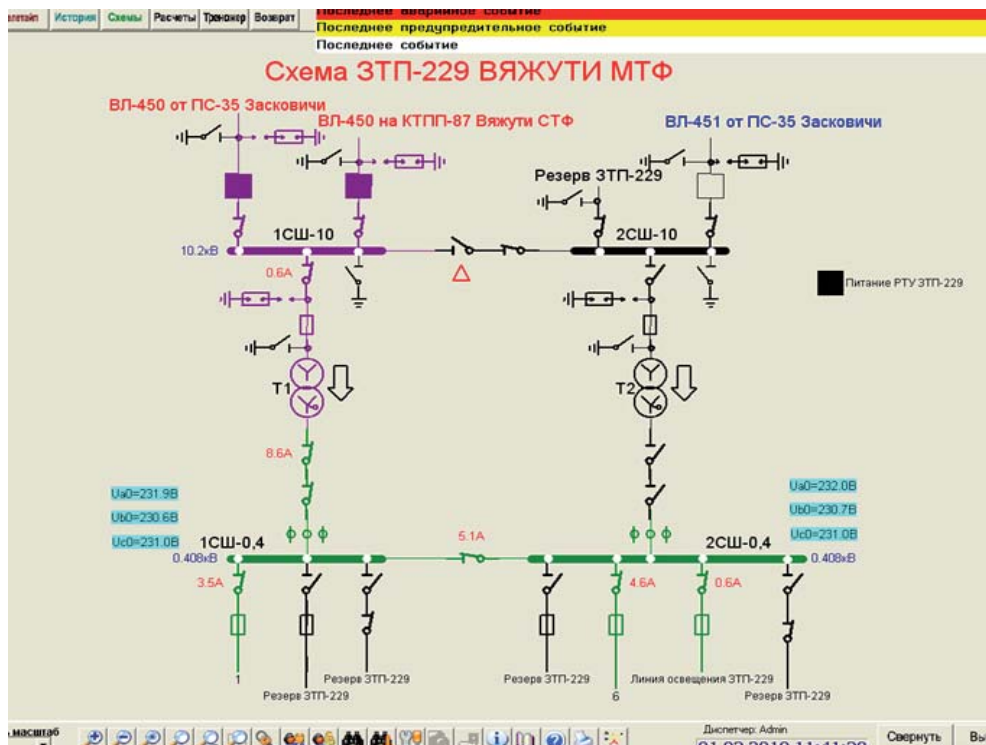


Рисунок 5. Отображение результатов расчета на мнемосхеме ТП

Таблица 1. Классы элементов сети для расчётов

Наименование класса	Состав свойств, участвующих в расчетах
Линия	Коды ограничивающих узлов Тип линии (воздушный или кабельный) Сопротивление (активное и реактивное) Максимально-допустимый ток Емкостная проводимость при замыкании на землю Емкостная проводимость
Узел	Коды всех присоединенных элементов Тип узла (узел или секция шин) Свойство узла (обычный или балансирующий) Характеристики балансирующего узла (значения фазных и линейных напряжений)
Выключатель	Коды ограничивающих узлов Состояние (включен или отключен)
Трансформатор	Сопротивление (активное и реактивное) Мощность (полная, активная, реактивная) Напряжение (минимальное, среднее, максимальное)
Регулирующее устройство	Шаг регулирования по напряжению Количество ступеней регулирования
Нагрузка	Нагрузочные характеристики
Генератор	Активная генерация Модуль напряжения Нижний и верхний пределы реактивной генерации

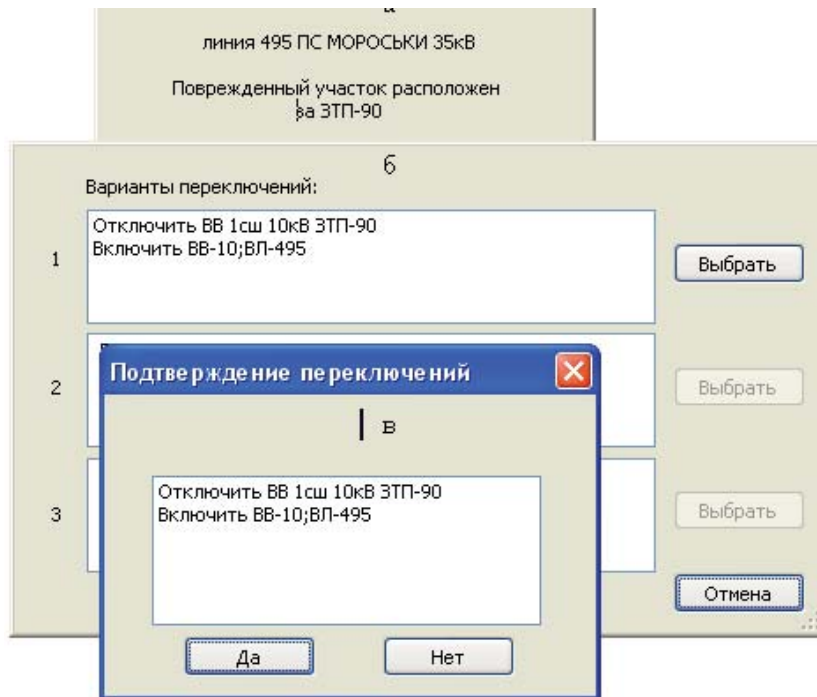


Рисунок 6. Формы вывода информации о поврежденном участке (а), о предлагаемых командах по переключениям (б), о подтверждении выполнения команд (в)

ные подходы, разработанные в ОАО ВНИИЭ (г. Москва) лабораторией экспертных систем, позволяющие математическими методами описывать правила пере-

ключений и контролировать их выполнение [5]. Логическую основу модуля составляет система общих (универсальных) правил – ограничений переключений в электрических сетях, которые не зависят от схемы конкретного энергообъекта. При применении такого правила к существующей схеме производится его автоматическая конкретизация. Структурными составляющими правила-ограничения являются идентификатор переключаемого устройства, тип операции переключения и условия возможности выполнения операции. В общем виде схема контроля правил заключается в следующем. Первоначально определяется один из возможных типов команды, которую собирается осуществить пользователь (либо выполнение действий с элементами первичной цепи, либо выполнение действий с элементами вторичной цепи, либо выполнение действий по проверке состояния элемента), и устанавливается тип оборудования, участвующего в выполнении команды. На основании этой информации формируется перечень правил, которые подлежат контролю при выполнении конкретных действий с конкретным оборудованием. Затем происходит анализ существующей топологии сети, проверка выполнения всех предварительных действий и определение отклонений от правил при условии выполнения команды. В случае отклонений формируются соответствующие сообщения и блокируется выполнение команд, приводящих к аварии. Для каждого из правил разработан и реализован свой алгоритм контроля. Всего в системе контролируется пятьдесят семь правил, но эта цифра не может быть конечной, так как правила в дальнейшем могут видоизменяться и совершенствоваться.

Автоматическое управление переключениями разработано в связи с перспективой полной телемеханизации распределительных электрических сетей, в результате которой все ТП и РП оснащаются дистанционными средствами

управления коммутационными аппаратами, измерителями токов короткого замыкания или указателями

поврежденного направления (УПН). В этом случае алгоритм автоматического управления следующий. При поступлении сигнала с подстанции об аварийном отключении ЛЭП система опрашивает все ТП и РП, запитанные в данный момент времени от этой линии, и анализирует токи короткого замыкания или положения УПН. В результате анализа определяет поврежденный участок и формирует наборы команд по его отключению и перезаплатке неповрежденных участков. Учитывая необходимость длительной наработки в условиях реальной эксплуатации для исключения вероятности формирования ошибочных команд, на данном этапе в системе реализована функция, блокирующая передачу команд без согласования с диспетчером. Только после разрешения диспетчера, система автоматически организует передачу и контроль команд по локализации и перезаплатке участков.

Испытание методики было проведено при аварийном отключении ЛЭП № 495 Молодечненского сельского РЭС. В результате система безошибочно определила поврежденный участок и сформировала наборы команд по переключениям (рис. 6).

Заключение

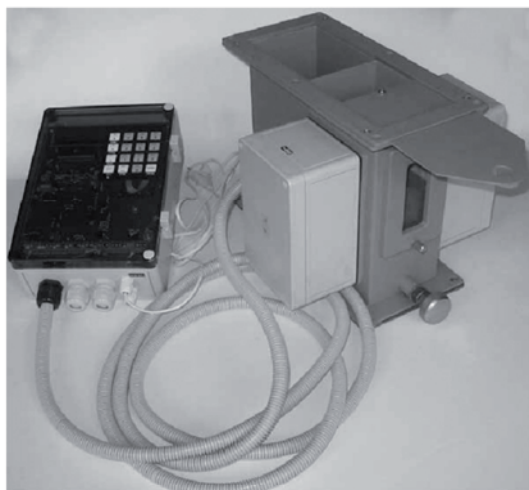
Использование предложенной методики описания свойств элементов электрической сети в АСДУ открывает большие возможности по автоматизации ряда аналитических задач, таких как предупреждение аварий, оптимизация управления,

вплоть до перспективы построения интеллектуальной электрической сети.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фурсанов, М.И. Технологические расчеты электрических сетей с использованием данных оперативно-информационного комплекса / М.И.Фурсанов, А.А.Золотой, А.Н. Муха, В.И. Привалов, И.В. Крупа // Электрические станции, 2005. – №6. – С.4.
2. Единая система классификации и кодирования в электроэнергетике. Проблемы и пути решения /Б.И. Макоклюев [и др.] //Электрические станции, 2006. – №3. – С. 2
3. Единая система классификации и кодирования в электроэнергетике. Проблемы и пути решения: матер.научн.-практич. конф. 15 июня 2006 г. [Электронный ресурс]. –2006. – Режим доступа: <http://www.vniie.ru>. – Дата доступа: 18.11.2007
4. Фурсанов, М.И., Алгоритм и программа расчета установившихся режимов основных электрических сетей энергосистемы/ М.И. Фурсанов, А.А. Золотой//Вестник БГПА, 2002. – №1. – С. 60-63
5. Головинский, И.А. Принципы построения универсальной автоматизированной системы контроля и управления переключениями в электрических сетях / И.А. Головинский //Вестник ВНИИЭ, 2004. – М.: НЦ «ЭНАС», 2004. – С. 204-213.

Радиоволновой влагомер зерна



Прибор предназначен для непрерывного измерения влажности зерна в процессе сушки на зерносушильных комплексах путем измерения величины поглощения СВЧ энергии влажным материалом и преобразования этой величины в цифровой код, соответствующий влажности материала. Прибор обеспечивает измерение влажности от 9 до 25% при температуре контролируемого материала от 5 до 65°C абсолютной погрешностью не более 0,5%.

Автор: Дайнеко В.А., кандидат технических наук, доцент.