

приведенными в работах [2, 3] для кодированных сигналов, что подтверждает возможность использования современных модемов спутниковой связи как составной части для обработки сигналов в станциях тропосферной связи нового поколения.

Выводы

По полученным h^2 был проведен расчет линии тропосферной связи, который показал следующее. Использование ШПС в совокупности с оптимальной обработкой его согласованным фильтром на радиочастоте и последующая обработка полученного значения по алгоритму Витерби с перемежением дают возможность создать станцию тропосферной связи с такими параметрами:

- рабочий диапазон волн - сантиметровой;
- скорость информационного обмена - 2048 Кбит/с на интервале связи 200 км при вероятности ошибки не более 10^{-4} .

Указанные параметры могут быть реализованы при:

- мощности передатчика на интервале связи протяженностью не более 200 км, - 200-250 Вт;
- коэффициенте усиления приемно-передающих антенн, не менее - 36 дБ;
- коэффициенте шума приемного устройства, не хуже - 1,2 дБ;
- эквивалентной базе СМПШПС, не менее - 210.

Список использованной литературы: 1. Повышение энергетической эффективности станций тропосферной связи. Д. Вергелес, Г. Леоненко, А. Паламарчук, А. Юдин, ГосНИИ Спецсвязи, Сб. Правове, нормативне та метрологічне забезпечення систем захисту інформації в Україні, 2013, вип. 1(25). 2. Серов В. В. Особенности распространения радиоволн в загоризонтных системах радиосвязи. – М.: Электросвязь, 2009, №1. 3. Серов В. В. Анализ характеристик адаптивной системы с выбором оптимальной частоты и кодированием // Радиотехника XXI век, 2009, № 9.

Алексей Юдин, Геннадий Леоненко, Сергей Гончар

ГосНИИ Спецсвязи

УДК 004.056.5

СТРУКТУРА МОДЕЛИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ, УЧИТЫВАЮЩАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИХ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация: Дается описание структуры модели интеллектуальной электроэнергетической системы, которое позволяет сформировать требования по обеспечению кибербезопасности отдельных элементов Smart Grid.

Summary: In this paper describes the structure of model of intelligence power industry system which allow compose the requirements to providing of cybersecurity for the individual elements of Smart Grid.

Ключевые слова: Интеллектуальные электроэнергетические системы, кибербезопасность, Smart Grid.

Введение

Актуальность изучения проблематики обеспечения кибербезопасности интеллектуальных электроэнергетических систем связана с постоянно возрастающим количеством угроз в информационной сфере [1]. К этим угрозам можно отнести:

- увеличение количества хакерских групп, занимающих активную социальную позицию и пропагандирующих свою деятельность в средствах массовой информации;
- появление и развитие вредоносного программного обеспечения, поражающего промышленные автоматизированные системы управления;
- деятельность стран по созданию в структуре оборонных ведомств подразделений кибернетической защиты и другие.

Также не следует забывать о том, что объекты электроэнергетических систем, как правило, относятся к объектам критически важной инфраструктуры государства [2] и создаются на базе автоматизированных систем управления технологическим процессом (АСУ ТП).

По информации специалистов компании Positive Technologies в период с 2005 года до начала 2010 года было обнаружено лишь 9 уязвимостей в АСУ ТП, а уже после появления червя Stuxnet и последовавшей за этим шумихи за 2011 год было найдено уже 64 уязвимости. За первые восемь месяцев 2012 года стало известно о 98 новых уязвимостей [3].

Наибольшее количество уязвимостей (42) за указанный период было обнаружено в компонентах АСУ ТП производства компании Siemens. На втором месте — системы Broadwin/Advantech (22). На третьем — Schneider Electric (18). Подобная картина в случае с АСУ ТП, как и вообще в информационных технологиях, объясняется тем, что наибольшее количество уязвимостей обнаруживается в самых распространенных решениях.

Исходя из вышесказанного можно предположить, что на сегодняшний день задача обеспечения кибербезопасности интеллектуальных электроэнергетических систем становится одной из наиболее актуальных.

В статье предлагается термин “интеллектуальные электроэнергетические системы” (Smart Grid системы) рассматривать в трактовке Департамента энергетики США [4], а под термином “кибербезопасность” понимать состояние защищенности управления, при котором его нарушение невозможно [5].

I Общая структура интеллектуальных электроэнергетических систем

Исходя из принятой в статье терминологии рассмотрим предложенную Национальным институтом стандартов и технологий США (The National Institute for Standards and Technology) структуру интеллектуальной электроэнергетической системы (Smart Grid) [6]. В общем виде эта структура состоит из семи взаимосвязанных доменов – рынок, операторы управления, поставщики услуг, энергогенерирующие компании, энергопередающие компании, энергораспределяющие компании, потребители (рис. 1). Взаимосвязь доменов определяют два типа потоков - защищенные информационные потоки и потоки передачи электроэнергии.



Рисунок 1 – Домены Smart Grid системы

Интерполируя данную структуру на существующую объединенную энергосистему (ОЭС) Украины [7] можно сказать, что некоторые элементы в том или ином виде уже существуют. Так, к домену “операторы” частично можно отнести ГП НЭК “Укрэнерго”, которое осуществляет оперативно-техническое управление ОЭС и Национальную комиссию по регулированию в сфере энергетики, на которую возложены функции регулирования энергетического рынка. Домен “рынок” сопоставляется с ГП “Енергоринок”, которое осуществляет операции купли-продажи на оптовом рынке электроэнергии. В домен “энергогенерирующие компании” входят 17 крупнейших тепловых электростанций (14 ТЭС и 3 ТЭЦ), четыре АЭС, 8 ГЭС и ГАЭС, а также небольшие ТЭЦ, ГЭС, ветряные ЭС, солнечные ЭС и ЭС, которые вырабатывают электроэнергию из биомассы. К домену “энергораспределяющие компании” можно отнести 29 компаний разных форм собственности (25 “облэнерго”, компании Київенерго, ТОВ “Луганське енергетичне об’єднання”, ТОВ “Сервіс-Інвест” и ДП “РЕМ”). Эти компании обеспечивают транспортировку электроэнергии потребителям. Также следует отметить, что перечисленные компании относятся и к домену “рынок”, так как осуществляют

продажу электроэнергии конечным потребителям. Домен “энергопередающие компании” на сегодня представлен одной компанией – ГП НЭК “Укрэнерго”, которая управляет магистральной государственной электросетью и междугосударственными линиями.

Исходя из изложенного можно предположить, что предложенная структура интеллектуальной электроэнергетической системы вполне реализуема посредством элементов ОЭС Украины. Одним из подтверждений данного предположения является разработанная для ОЭС Украины модель двусторонних договоров и балансирующего рынка [7] которая очень схожа с моделью Smart Grid. Те недостатки, которые имеет данная модель [7], могут быть устранены путем создания Smart Grid.

II Детализированная структура доменов Smart Grid и ее описание

Каждый из обозначенных доменов (рис. 1) состоит из множества объектов Smart Grid. Всего этих объектов 49. За объекты принимаются группы устройств, системы, процессы, организации и учреждения, потребитель.

Детализированная структура Smart Grid, а также взаимодействие между объектами доменов посредством логических интерфейсов информационного обмена схематично представлены на рис. 2. Всего выделено 137 логических интерфейсов, сгруппированных по 22 категориям.

Краткое описание объектов доменов Smart Grid, которое дает общее представление об объекте, изложено в табл. 1, а в табл. 2 представлена группировка логических интерфейсов по категориям.

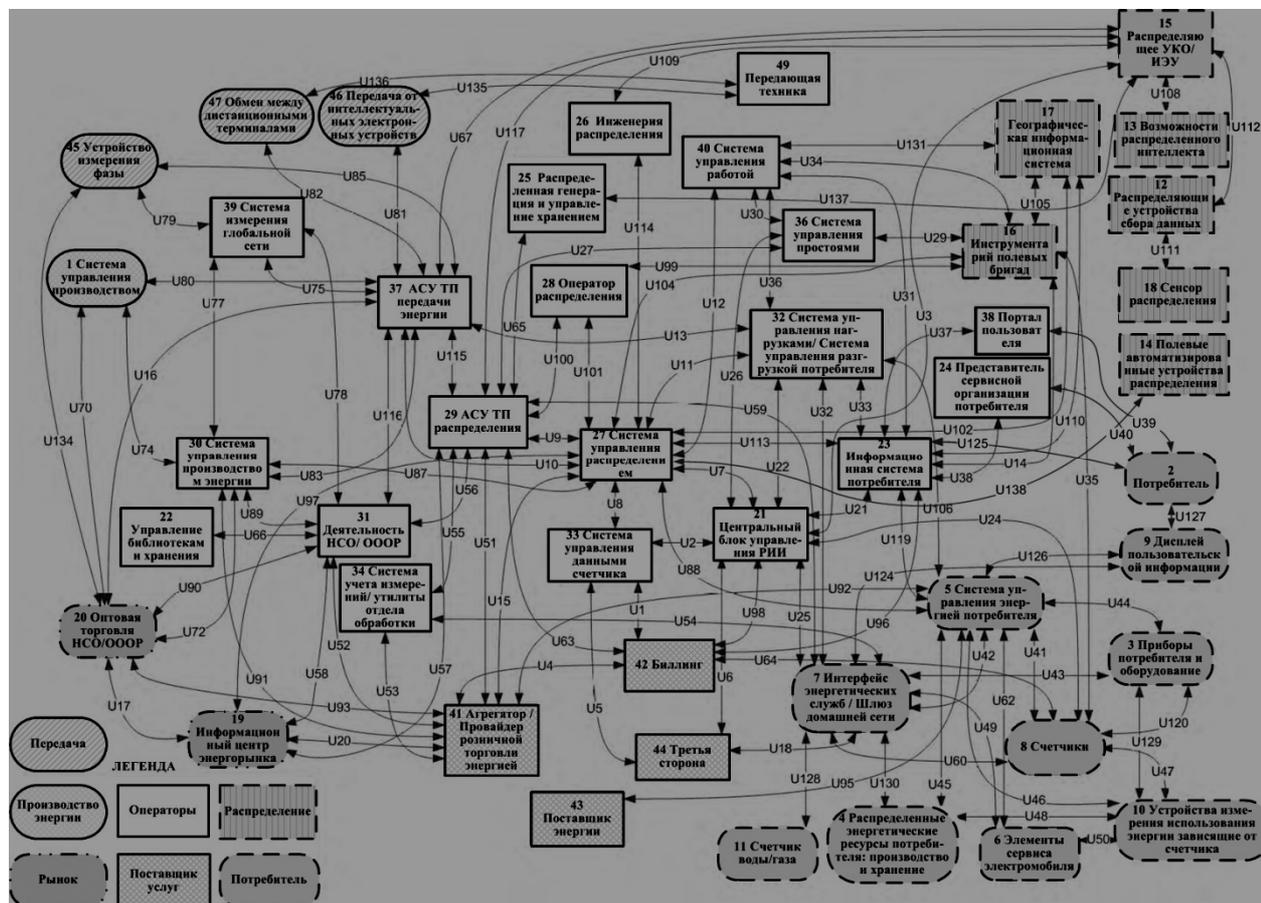


Рисунок 2 – Объекты Smart Grid и их интерфейсы

Таблица 1 – Краткое описание объектов доменов Smart Grid

№	Объект	Описание
1	Система управления производством – распределенная система управления	Система локального управления на энергогенерирующем предприятии, так называемая распределенная система управления (PCU)

2	Потребитель	Объект, плательщик за электрические товары или сервисы
3	Приборы потребителя и оборудование	Устройство или инструмент, разработанные для выполнения определенной функции, особенно электроприборы для домашнего использования, например - тостер. Электроприборы или оборудование, у которых реализована возможность контроля, управления и/или вывода на экран
4	Распределенные энергетические ресурсы потребителя: производство и потребление	Ресурсы производства энергии, такие как солнце или ветер, используемые для генерации и сохранения энергии (расположенные на территории клиента)
5	Система управления энергией потребителя	Прикладная служба или прибор, которые связываются с другими приборами самостоятельно. У прикладной службы или прибора могут быть интерфейсы взаимодействия со счетчиками для считывания данных, использования и передачи их оператору с целью получения цен или другой информации, необходимой для принятия решения по эффективному управлению электроэнергией
6	Элементы сервиса электромобиля	Использование устройств перезарядки аккумуляторов электромобиля
7	Шлюз домашней сети	Интерфейс взаимодействия между доменами распределения, оператора, поставщика услуг и потребителя, а также приборами внутри домена потребителя
8	Счетчик	Прибор пункта продажи, используемый для передачи и измерения энергии от одного домена (системы) к другому
9	Дисплей пользовательской информации	Это устройство позволяет потребителям просмотреть информацию об стоимости энергии и состоянии дел
10	Устройства измерения использования энергии, зависящие от счетчика	Счетчики, находящиеся после счетчика учета энергии. Это могут быть любые счетчики, используемые для целей информационного контроля
11	Счетчик воды/газа	Прибор пункта продажи, используемый при передаче воды и газа и измеряющий переданный объем ресурса от одного домена (системы) к другому
12	Распределяющие устройства сбора данных	Устройства сбора данных из нескольких источников и изменяющих/преобразующих эти данные в другие формфакторы
13	Возможности распределенного интеллекта	Автоматизированная/интеллектуальная программа, которая автономно работает в централизованной системе управления и улучшает надежность и время реакции системы
14	Полевые автоматизированные устройства распределения	Многофункциональные установки, выполняющие широкий диапазон действий по управлению, выполнению операций, измерению с целью передачи информации обслуживающему персоналу для планирования производительности системы
15	Распределяющее удаленное оконечное оборудование (УОО)/интеллектуальные электронные устройства (ИЭУ)	Устройство или оборудование, получающее данные от датчиков и силового оборудования, которое может отдавать управляющие команды, такие как размыкание электросети. В случае обнаружения аномалий напряжения, тока или частоты они могут проводить регулировки параметров и обеспечивать требуемые параметры
16	Инструментарий полевых бригад	В данную группу входят все мобильные устройства и инструмент, необходимые для выполнения работ на выезде ("в поле")
17	Географическая информационная система	Пространственная система управления активами, которая предоставляет коммунальным предприятиям информацию об активе и обеспечивает их взаимодействие с интеллектуальными программами

18	Сенсор распределения	Прибор, измеряющий физические величины и преобразующий их в сигнал, который может быть воспринят человеком либо инструментом
19	Информационный центр энергорынка	Операционная система глобального энергетического рынка, обеспечивающая высокоуровневый рынок и передающая информацию распределительным компаниям (НСО/ОООР и коммунальным предприятиям). Данная система является исключительно финансовой системой (не АСУ ТП)
20	Независимая система оператора (НСО)/ Организация обмена на оптовом рынке (ОООР)	Центр управления НСО/ОООР является участником рынка, а не управляющей организацией. Допускает к участию в рынке новые организации после прохождения необходимых процедур подтверждения соответствия
21	Центральный блок управления расширенной измерительной инфраструктурой	Эта система управляет информационным обменом между системами третьих лиц или системами, не ассоциированными с главными узлами сети, такими как Система управления счетчиками данных и сеть расширенной измерительной инфраструктуры (РИИ)
22	Управление хранилищами энергии	Хранилище энергии, соединенное с системами генерации электроэнергии
23	Информационная система потребителя	Программные приложения предприятия, которые позволяют компаниям управлять вопросами взаимоотношений с заказчиком
24	Предоставление сервиса потребителю	Обслуживание клиентов, обеспечиваемое должностным лицом или автоматизированными средствами (самообслуживание) (например, интерактивный речевой ответ)
25	Распределенная генерация и управление хранением	Распределенная генерация (выработка электроэнергии в местах потребления). Этот процесс управляет производством, использованием и хранением электроэнергии, полученной от большого количества маломощных источников. Данный подход уменьшает количество энергии, потерянной при передаче электроэнергии
26	Инженерия распределения	Техническая функция планирования или управления проектом, а также обновления системы распределения электроэнергии
27	Система управления распределением	Пакет программного обеспечения, предназначенный для обслуживания операций, выполняемых электрооборудованием. Как пример, ПО описывает работу узлов обработки, распределения несбалансированного трехфазного потока, осуществляет анализ последствий аварийных ситуаций и т. д.
28	Оператор распределения	Субъект, управляющий системой распределения
29	Система диспетчерского управления и сбора данных по распределению	Категория систем управления, которые обеспечивают передачу информации о состоянии конкретных устройств, контролируют расход энергии посредством управления приборами, а также позволяют оператору непосредственно управлять оборудованием электросистемы
30	Система управления производством энергии	Система автоматизированных средств, используемых для мониторинга, управления и оптимизации производительности генерирующих (передающих) систем
31	Деятельность НСО / ОООР	Диспетчерский пункт территориально распределенной энергетической системы, обеспечивающий управление высокоуровневой нагрузкой и осуществляющий анализ надежности передающей сети, как правило использующий систему управления энергией с производственными приложениями и приложениями сетевого планирования

32	Система управления нагрузкой (СУН)/ Система управления разгрузкой потребителя (СУРП)	СУН выдает команды управления приборам или оборудованию, расположенным у потребителя, с целью уменьшения потребления во время пиковых нагрузок или аварийных ситуаций. СУРП выдает информацию о стоимости приборам или оборудованию, которые расположены у потребителя, в случае получения запроса от потребителя для принятия решения об уменьшении или увеличении потребления
33	Система управления счетчиками данных (СУСД)	Система накопления данных со счетчиков (например, использование энергии, выработка энергии, журналы счетчиков, результаты тестирования счетчиков), делающая эти данные доступными для других авторизованных систем. Данная система является частью системы связи потребителя
34	Система учета и измерений/ Отдел обработки коммунального предприятия	Система отдела обработки коммунального предприятия для измерения и выписывания счетов
36	Система управления простоями (СУП)	СУП – это компьютерная система, используемая операторами систем распределения электричества для оказания помощи в идентификации простоев и восстановления нормальной работы. Главными функциями этих систем являются: составление списка всех потребителей, которые имеют простои, прогнозирование расположения повреждений, расстановка приоритетов относительно объемов работ по восстановлению и использованию ресурсов, предоставление информации о размере простоев, оценка времени восстановления работоспособности, управление полевыми бригадами по восстановлению, расчет количества полевых бригад, необходимых для восстановления
37	Система диспетчерского управления и сбора данных	Система передает статус конкретного устройства, управляет расходом энергии при помощи управляющих устройств и разрешает операторам непосредственно управлять электрооборудованием
38	Портал пользователя	Компьютер или служба, делающая доступными Веб-страницы. Обычный сервис может включать: онлайн просмотр потребителем его расхода энергии и информации о стоимости, регистрация предоплаты за электрослуги, разблокировки мониторинга сторонними организациями и контроля оборудования потребителя
39	Система измерений глобальной сети	Система связи, которая контролирует все изменения фазы и оборудования подстанций посредством большой географической базы, которая может использовать графическое моделирование и другие методы для обеспечения системной информацией операторов энергосистем
40	Система управления работой	Система, предоставляющая подробные данные и расписания работы полевых бригад для создания и поддержки инфраструктуры энергосистем
41	Агрегатор/ Провайдер розничной торговли энергией	Любой продавец, брокер, общественное представительство, город, округ, который осуществляет объединение нагрузки потребителей для облегчения продажи (покупки), передачи электроэнергии, а также предоставления (получения) других сервисов от имени группы потребителей
42	Биллинг	Процесс создания счетов на получение оплаты услуг и товаров, использованных потребителем
43	Поставщик энергии	Обеспечивает розничную продажу электричества, природного газа и чисто энергии, а также предоставляет услуги эффективного энергопотребления

44	Третья сторона	Третья сторона, обеспечивающая бизнес-функцию
45	Устройство измерения фазы	Используется для определения состояния системы и измеряет электрические параметры электросети (угол сдвига фаз, амплитуда, частота)
46	Передача от интеллектуальных электронных устройств	Устройство, пересылающее данные, полученные от ИЭУ (команды управления, такие как размыкание электроцепи при обнаружении аномалий напряжения, тока или фазы), в концентратор для преобразования их в необходимый вид
47	Обмен между УОО	УОО передает информацию о статусе подстанции и ее параметрах в АСУ ТП. Также передает управляющие команды от АСУ ТП к оконечному оборудованию
48	Система управления сетью и безопасностью	Устройства управления безопасностью/сетью/системой, которые контролируют и настраивают устройства, отвечающие за безопасность, работоспособность сети или системы. <i>Данный объект не отображен на рис. 2, а включен в 22 категорию логических интерфейсов</i>
49	Передающая техника	Высоковольтное оборудование, специально разработанное для напряжения свыше 345 киловольт

Таблица 2 – Категории логических интерфейсов объектов доменов Smart Grid

Категория логических интерфейсов	Номера логических интерфейсов
1. Интерфейсы между системами управления и оборудованием, которое имеет ограничение в скорости вычисления или пропускной способности, но в тоже время нуждается в обеспечении высокого уровня доступности, например: - между АСУ ТП передачи и оборудованием подстанции; - между АСУ ТП распределения и высокоприоритетными подстанциями и мачтовым оборудованием; - между АСУ ТП и РСУ электростанции	U3, U67, U79, U81, U82, U85, U102, U117, U135, U136, U137
2. Интерфейсы между системами управления и оборудованием, которое имеет ограничение в скорости вычисления или пропускной способности, но не нуждается в обеспечении высокого уровня доступности, например: - между АСУ ТП распределения и мачтовым оборудованием низшего приоритета; - между мачтовыми интеллектуальными электронными устройствами	U3, U67, U79, U81, U82, U85, U102, U117, U135, U136, U137
3. Интерфейсы между системами управления и оборудованием, которое не имеет ограничений на скорость вычисления или пропускную способность, но нуждается в обеспечении высокого уровня доступности, например: - между АСУ ТП передачи и автоматическими системами подстанции	U3, U67, U79, U81, U82, U85, U102, U117, U135, U136, U137
4. Интерфейсы между системами управления и оборудованием, которое не имеет ограничений на скорость вычисления или пропускную способность, а также не нуждается в обеспечении высокого уровня доступности, например: - между АСУ ТП распределения и магистральными сетевыми узлами, обслуживающими распределенные мачтовые ИЭУ	U3, U67, U79, U81, U82, U85, U102, U117, U135, U136, U137

<p>5. Интерфейсы между системами управления внутри одной организации, например:</p> <ul style="list-style-type: none"> - множественные системы управления распределением, принадлежащие одному и тому же коммунальному предприятию; - между подсистемами РСУ и вспомогательными системами электростанции 	U9, U27, U65, U66, U89
<p>6. Интерфейс между системами управления в различных организациях, например:</p> <ul style="list-style-type: none"> - между системой управления энергией НСО/ОООР и системой управления энергией коммунального предприятия 	U7, U10, U13, U16, U56, U74, U80, U83, U87, U115, U116
<p>7. Интерфейс между системами отдела обработки, находящимися под управлением одного органа, например:</p> <ul style="list-style-type: none"> - между информационной системой потребителя и СУСД 	U2, U22, U26, U31, U63, U96, U98, U110
<p>8. Интерфейс между системами отдела обработки, не находящимися под управлением одного органа, например:</p> <ul style="list-style-type: none"> - между сторонней биллинговой системой и службами СУСД 	U1, U6, U15, U55
<p>9. Интерфейс В2В связей между системами, которые обычно принимают участие в финансовых или рыночных операциях, например:</p> <ul style="list-style-type: none"> - между розничным агрегатором и информационным центром энергосистемы 	U4, U17, U20, U51, U52, U53, U57, U58, U70, U72, U90, U93, U97
<p>10. Интерфейс между системами управления и неуправляемыми/корпоративными системами, например:</p> <ul style="list-style-type: none"> - между системой управления работой и геоинформационной системой 	U12, U30, U33, U36, U59, U75, U91, U106, U113, U114, U131
<p>11. Интерфейс между датчиками и сетями измерения параметров окружающей среды, как правило, простые сенсорные устройства с возможностью аналоговых измерений, например:</p> <ul style="list-style-type: none"> - между датчиком температуры трансформатора и устройством преобразования сигнала 	U111
<p>12. Интерфейс между измерительными сетями и системами управления, например:</p> <ul style="list-style-type: none"> - между датчиком устройства преобразования сигнала и главной подстанцией 	U108, U112
<p>13. Интерфейс между системами, использующими сети РИИ, например:</p> <ul style="list-style-type: none"> - между СУСД и самими счетчиками; - между СУН/СУРП и системой управления энергией потребителя 	U8, U21, U25, U32, U95, U119, U130
<p>14. Интерфейс между системами, использующими сети РИИ с повышенными требованиями к доступности, например:</p> <ul style="list-style-type: none"> - между СУСД и счетчиками; - между СУН/СУРП и системой управления энергией потребителя; - между приложениями системы управления распределением и распределенными энергетическими ресурсами потребителя; - между приложениями системы управления распределением и полевыми автоматизированными устройствами распределения 	U8, U21, U25, U32, U95, U119, U130, U138
<p>15. Интерфейс между системами, используемыми потребителем (домашние, коммерческие и промышленные) сетевого узла, которые включают в себя:</p> <ul style="list-style-type: none"> - между системой управления энергией потребителя и приложением потребителя; - между системой управления энергией потребителя и распределенными энергетическими ресурсами потребителя; 	U42, U43, U44, U45, U49, U62, U120, U124, U126, U127

- между интерфейсом энергетической службы и устройством заряда электромобиля	
16. Интерфейс между внешними системами и узлом потребителя, например: - между третьей стороной и шлюзом домашней сети; - между поставщиком энергии и распределенными энергетическими ресурсами потребителя; - между потребителем и веб-сайтом информационной системы потребителя	U18, U37, U38, U39, U40, U88, U92, U100, U101, U125
17. Интерфейс между системами и мобильными устройствами (ноутбук/оборудование) полевых бригад, например: - между полевыми бригадами и геоинформационной системой; - между полевыми бригадами и оборудованием подстанций	U14, U29, U34, U35, U99, U104, U105
18. Интерфейс между измерительным оборудованием, например: - между устройством заряда электромобиля и между поставщиком энергии	U24, U41, U46, U47, U48, U50, U54, U60, U64, U128, U129
19. Интерфейс между операторскими системами поддержки и принятия решений, например: - между системой измерений глобальной сети и НСО/ОООР	U77, U78, U134
20. Интерфейс между системами разработки/обслуживания и оборудованием управления, например: - между разработчиком и ретрансляционным оборудованием подстанции для настройки реле; - между разработчиком и мачтовым оборудованием для технического обслуживания	U11, U109
21. Интерфейс между системами управления и их поставщиками для стандартного обслуживания и сервиса, например: - между системой АСУ ТП и ее поставщиком	U5
22. Интерфейс между центром управления безопасностью/сетью/системой и всеми сетями и системами, например: - между центром управления безопасностью и сетевыми маршрутизаторами, межсетевыми экранами, компьютерными системами, сетевыми узлами	U133 (включая интерфейсы географической информационной системы, распределяющих устройств сбора данных, портала пользователя, предоставление сервиса потребителю, информационной системы потребителя, центрального блока управления РИИ, биллинга, третьей стороны, поставщика энергии, агрегатора/провайдера розничной торговли энергией, информационного центра энергорынка, системы учета и измерений/отдела обработки коммунального предприятия)

Выводы

Описанная структура модели интеллектуальной электроэнергетической системы базируется на общих и доменно-ориентированных требованиях по снижению рисков и обеспечению совместимости решений в различных элементах инфраструктуры. Она позволяет создавать сложные системы с функциями предупреждения, выявления, реагирования и восстановления.

Следует отметить, что использование таких понятий как “домен”, “объект домена”, “логический интерфейс” позволяет более четко провести декомпозицию энергосистемы и описать требования к обеспечению кибербезопасности ее составляющих в критериях, нормативно закрепленных в Украине [8], а именно “конфиденциальности”, “целостности”, “доступности” и “наблюдаемости”.

Еще одним достоинством данной структуры является то, что она позволяет выделить объекты электроэнергетической системы, к которым предъявляются повышенные требования по тем или иным критериям.

Опираясь на изложенное в первой части статьи можно предположить, что представленная структура вполне реализуема посредством трансформации существующих элементов объединенной энергетической системы Украины.

Список использованной литературы: 1. Анализ угроз и уязвимостей промышленных автоматизированных систем управления / Гончар С., Леоненко Г., Юдин А. // Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні. – 2013. Випуск 2 (26). 2. Проблемы обеспечения информационной безопасности систем критически важной информационной инфраструктуры Украины / Леоненко Г.П., Юдин А.Ю. // Специальный выпуск. Труды конференции “Кибербезопасность-2013”. – С. 44. 3. Грицай Г., Тиморин А., Гольцев Ю., Ильин Р. Безопасность промышленных систем в цифрах. – М.: Positive Technologies, 2012. – С. 12. 4. Анализ и оценка нормативных документов, применяемых для обеспечения информационной безопасности Smart Grid систем / Юдин О.Ю., Пирогов Г.В. // Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні. – 2013. Випуск 1 (25). – С. 88. 5. Кибернетическая безопасность – понятие, значение и эволюция от военных основ к самостоятельному виду безопасности/ Соколов М. С. // Электронное научное издание “Военное право”. – 2012. №1. – С. 6. 6. NISTIR 7628. Guidelines for Smart Grid Cyber Security: Vol. 1, Smart Grid Cyber Security Strategy, Architecture, and High-Level Requirements // National Institute of Standards and Technology. – 2010. – 15 p. 7. Электроэнергетика України: стан і тенденції розвитку // Національна безпека і оборона. – 2012. № 6 (135). – С. 2-42. 8. НД ТЗИ 21.1-002-99. Общие положения по защите информации в компьютерных системах от несанкционированного доступа : офиц. текст : [утвержденный приказом ДСТСЗИ СБ Украины 28 апреля 1999 года № 22].

Борис Уваров, Юрий Зиньковский

Национальный технический университет Украины “КПИ”

УДК 621.396.67

ФУНКЦИЯ УСПЕШНОСТИ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ ОТ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ

Анотація: Запропонована імовірнісна функція успішності захисту радіоелектронного апарату (РЕА), використання якої дає можливість у процесі проектування передбачати зміну функціональних характеристик РЕА під дією зовнішніх впливів.

Summary: We propose a probabilistic function is successful protection of radio electronic apparatus (REA), which gives the possibility in the design process to anticipate a change in the functional characteristics of the REA from the effect of external influences.

Ключевые слова: Радиоэлектронная аппаратура, внешние факторы, функция защиты.

І Постановка проблеми

Результатом функционирования радиоэлектронного аппарата (РЭА) являются процессы – совокупность множества физических процессов – выходных характеристик Y_m ; последние могут быть представлены вектором

$$Y = [Y_1, \dots, Y_m, \dots, Y_l]^T,$$

где t – оператор транспонирования.

Компоненты вектора Y – это, например, выходные сигналы каналов видеотракта или звуковых частот, амплитуды механических колебаний РЭА на виброизоляторах, температуры электроэлементов (ЭРЭ) на плате микросборки (МСБ).

Существенное влияние на составляющие вектора Y при эксплуатации оказывают внешние воздействия:

$$Q = [Q_1, \dots, Q_k, \dots, Q_s]^T.$$

Ко внешним воздействиям Q на РЭА относятся: электромагнитные и ионизирующие излучения окружающей среды или внешних источников; линейные ускорения, вибрации и удары; климатические факторы (для последних – температура среды прежде всего).

Внешние факторы Q чаще всего нарушают работу РЭА, в наихудшем случае могут привести к отказу нормального функционирования устройства. Влияние этих факторов на работу РЭА можно описать уравнением $Y = Y(Q)$; если аппарат выполняет свои функции успешно, каждая из выходных характеристик должна находиться в необходимых, заданных в техническом задании (ТЗ) и технических условиях границах: