

Система управления створками укрытия телескопа наземного оптико-лазерного центра

Евгений Гришин, Владимир Потапов, Владимир Тружеников, Алексей Тимофеев, Алексей Павлов, Валерий Яковлев

В статье рассматривается техническое решение для системы управления створками укрытия телескопа наземного оптико-лазерного центра, расположенного в Алтайском крае. Пояснены особые требования проекта и изложены основные принципы построения этой системы. Обосновано использование в качестве аппаратной базы изделий отечественного производителя – компании FASTWEL.

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ КОСМОСА

Трудно представить современную жизнь без такой составляющей, как космос.

Давно прошла космическая гонка амбиций, и наступила эпоха коммерческого использования достижений в области ракетостроения и космонавтики. Можно назвать такие сферы, как цифровая связь, телевидение, метеорология, глобальная система определения местоположения, которые дали новый импульс для совершенствования технологий запуска ракетносителей в части обеспечения надёжности и минимизации стоимости за килограмм полезной нагрузки. Надо сказать, что эти показатели для отечественных носителей наиболее оптимальны, в связи с чем многие страны, предполагающие выводить спутники на орбиту, отдают предпочтение российским космическим транспортным системам. Но «рабочий» космос – это не только старты ракет, а и большая сеть инфраструктуры на Земле, призванная обеспечивать весь цикл жизни космических аппаратов. В частности, с увеличением числа спутников вокруг Земли появилась проблема, связанная с необходимостью отслеживать космические объекты и предупреждать возможные столкновения своевременной корректировкой орбиты. Кроме действующих спутников, в космосе существует достаточное количество кос-

мического мусора. Это могут быть как фрагменты ступеней, так и закончившие свой рабочий цикл космические аппараты, которые необходимо фиксировать и учитывать при планировании орбит рабочих аппаратов. Для целей слежения за космическими объектами на Земле создаются стационарные станции слежения, как, например, Алтайский оптико-лазерный центр.

ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ АЛТАЙСКИМ ОПТИКО-ЛАЗЕРНЫМ ЦЕНТРОМ

Алтайский оптико-лазерный центр (АОЛЦ) расположен в Змеиногорском районе Алтайского края на границе Предалтайской равнины и Колыван-

ского хребта. По суммарному времени ясной погоды место, занимаемое АОЛЦ, одно из лучших на территории РФ. Здесь количество ясных ночных часов в году составляет 1400, количество ясных ночей в году – 160, а с учётом полярных ночей, пригодных для наблюдения за космическими объектами, количество рабочих ночей доходит до 240, примерно поровну распределяясь между зимой и летом.

АОЛЦ состоит из двух наземных оптико-лазерных систем (НОЛС) и объектов инфраструктуры.

Первая НОЛС (рис. 1) вместе с объектами инфраструктуры введена в эксплуатацию в 2004 году. Она имеет телескоп тракторных измерений (ТТИ) с



Рис. 1. Первая очередь Алтайского оптико-лазерного центра



Рис. 2. Телескоп траекторных измерений первой очереди АОЛЦ

диаметром главного зеркала 0,6 м и лазерный дальномер (рис. 2). ТТИ используется для траекторного и фотометрического контроля на этапах запуска и выведения на целевые орбиты (в том числе на геостационарные) новых космических аппаратов (КА), а также для контроля развёртывания и функционирования КА на орбитах. Лазерный дальномер работает по космическим аппаратам LAGEOS, ГЛОНАСС и другим, оснащённым лазерными ретрорефлекторами.

Начало эксплуатации второй НОЛС (рис. 3) планируется в 2012 году. Она будет иметь оптический телескоп с диаметром главного зеркала 3,12 м. Система в основном будет использоваться для получения детальных изображений низкоорбитальных КА.

В целом АОЛЦ предназначен для решения широкого круга задач, связанных с использованием и исследованием космического пространства, в том числе решаемых Федеральным космическим агентством в рамках деятельности Межагентского координационного комитета по космическому мусору в части обнаружения и определения координат его фрагментов в целях предупреждения об опасных сближениях этих фрагментов с действующими аппаратами, в том числе с МКС.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ УКРЫТИЯ ТЕЛЕСКОПА

Автоматизированное укрытие для телескопа, имеющего высоту 8 м от пола и оснащённого более чем трёхметровым зеркалом, выполнено в виде трёхстворчатого купола в форме полусферы диаметром 20 м, каждая створка которого



Рис. 3. Вид второй очереди АОЛЦ (проект)

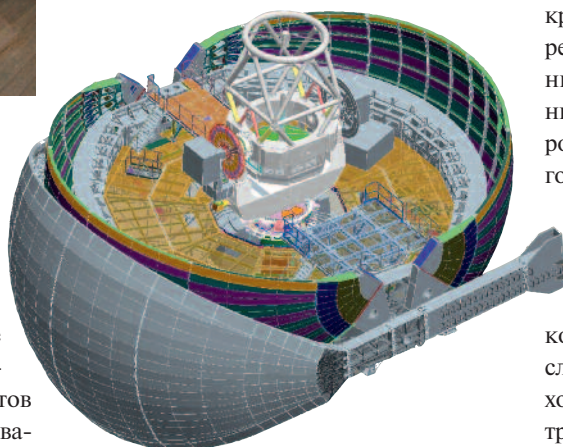


Рис. 4. Трёхмерная модель компоновки створок и подкупольной инфраструктуры обслуживания и управления

приводится в движение отдельной парой гидроцилиндров и может поворачиваться независимо от остальных (рис. 4).

Особенности конструкции купола обусловлены необходимостью его полного раскрытия в течение пяти минут в заданный момент времени для обеспечения последующего непрерывного наблюдения космических объектов в верхней полусфере. Купол также обеспечивает защиту оборудования в условиях континентального климата: при сильном ветре, снежных буранах, температуре до минус 50°С в зимнее время года и при значительных перепадах дневной и ночной температуры весной

и осенью. Конструкция купола имеет теплоизоляцию и уплотнения в подвижных сочленениях, что позволяет кондиционировать воздух в подкупольном пространстве. В связи с перестройкой оборонной промышленности были ограничены возможности разработчиков укрытия в выборе композитов,

пластиков и других высокотехнологичных материалов, упрощающих конструкцию и снижающих вес. Поэтому повсеместно была использована доступная листовая низколегированная сталь с нанесением слоя теплоизоляции, что привело к весу укрытия порядка 150 т. Проблема сборки, отработки и перевозки наземным транспортом этого крупногабаритного сооружения была решена разбивкой на сборочные единицы, удовлетворяющие транспортным габаритам, с проведением контрольных сборок на предприятиях-изготовителях (рис. 5).

В целом создание комплекса вычислительных и управляющих средств, обеспечивающего реализацию всей функциональности оптико-лазерных систем, представляет сложнейшую инженерную задачу. Подход к решению этой задачи достаточно традиционен и строится на базе совокупности решений более простых и чётко формализованных задач в рамках соответствующих подсистем. В нашей статье мы рассмотрим одну из таких подсистем — систему управления створками укрытия.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СТВОРКАМИ УКРЫТИЯ ТЕЛЕСКОПА

Для управления створками укрытия создана система управления, в которую входят АРМ оператора, промышленные контроллеры, исполнительные устройства гидросистемы, линии связи и средства для определения состояния объекта управления (рис. 6). В этой системе управления контроллеры распределены на три уровня соподчинения. К верхнему уровню относится контроллер в со-



Рис. 5. Одна из створок на заводском стапеле

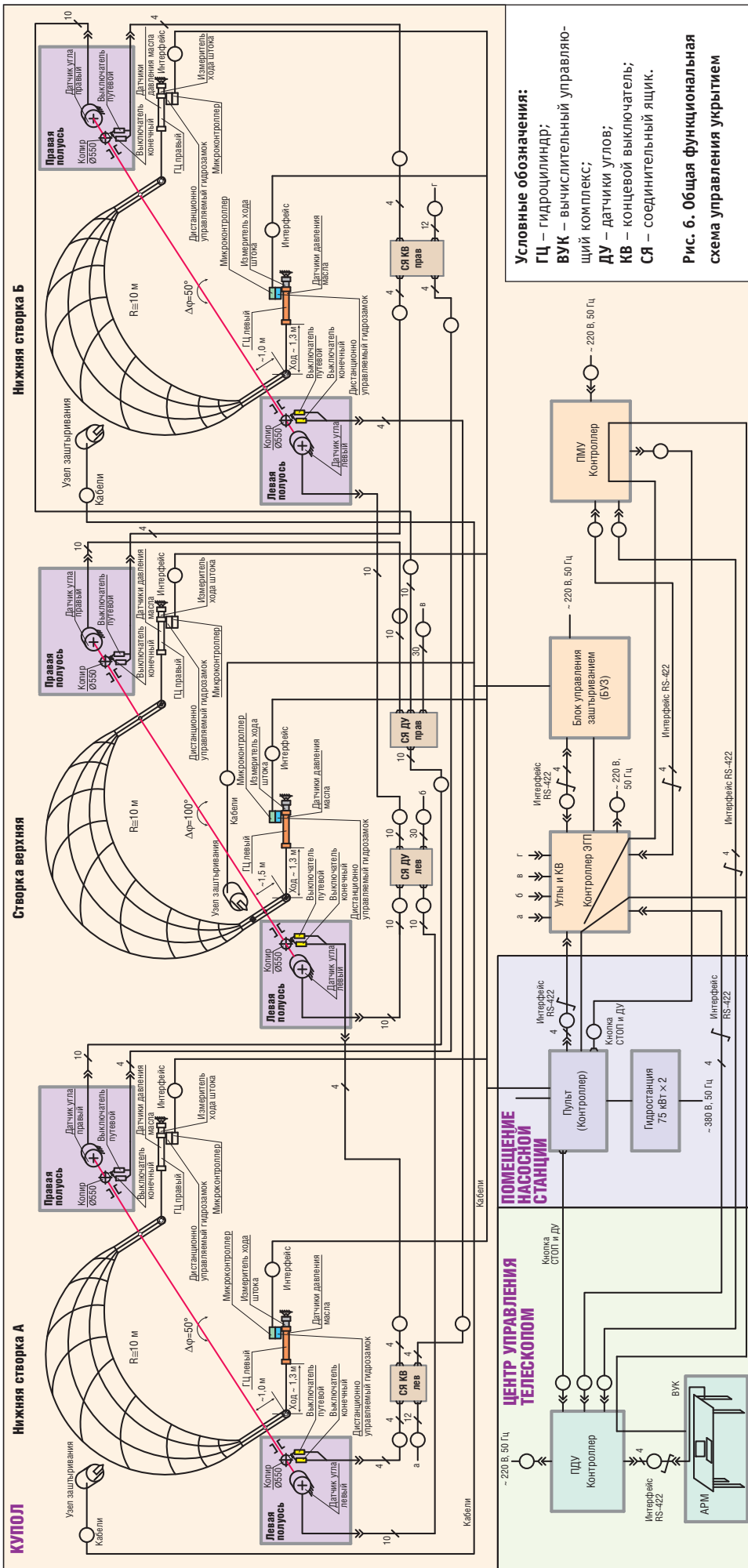


Рис. 6. Общая функциональная схема управления укрытием

стве АРМ управления укрытием для оператора в центре управления. На дисплее оператора графически отображаются состояние створок укрытия, параметры гидросистемы и виртуальные органы управления укрытием (рис. 7). АРМ имеет связь с расположенным в непосредственной близости от него контроллером среднего уровня (пульт дистанционного управления, или ПДУ) и использует его как ретранслятор команд и донесений о состоянии укрытия. Также ПДУ (рис. 8) дублирует функции АРМ при пусконаладочных работах, регламентном обслуживании и в аварийных ситуациях. С ПДУ связан промышленный контроллер управления электрогидроприводом (КЭГП), расположенный в подкупольном пространстве. К КЭГП (рис. 9) подключены датчики углов и конечные выключатели положения створок, а также каналы связи с контроллерами гидрооборудования и оборудования заштыривания створок. Для исключения недопустимой скрутки створок купола при поворачивании их парой разнесённых гидроцилиндров на полуосях установлены шесть угловых датчиков типа БВТО-100. Это позволяет КЭГП эффективно контролировать углы перекоса полуосей в допустимых пределах ± 30 угловых минут. Непосредственно под куполом, в зоне визуального наблюдения за положением створок, размещён контроллер низшего уровня – пульт местного управления (ПМУ), предназначенный для ручного управления куполом при выполнении пусконаладки и юстировки оборудования укрытия, проведении регламентных работ, а также в аварийных ситуациях. Конструктивно он выполнен как ПДУ, отличаясь от него только программным обеспечением. Контроллеры ПДУ и КЭГП в основном выполнены на модулях семейства MicroPC производства фирмы FASTWEL (Москва). При выборе модуля процессора, как и всего технического оборудования системы управления, большое внимание уделялось вопросам длительной доступности изделий на рынке, в связи с чем выбор остановился на изделии фирмы FASTWEL CPC108. Этот производительный одноплатный компьютер построен на базе процессора AMD Geode LX 800 (500 МГц).

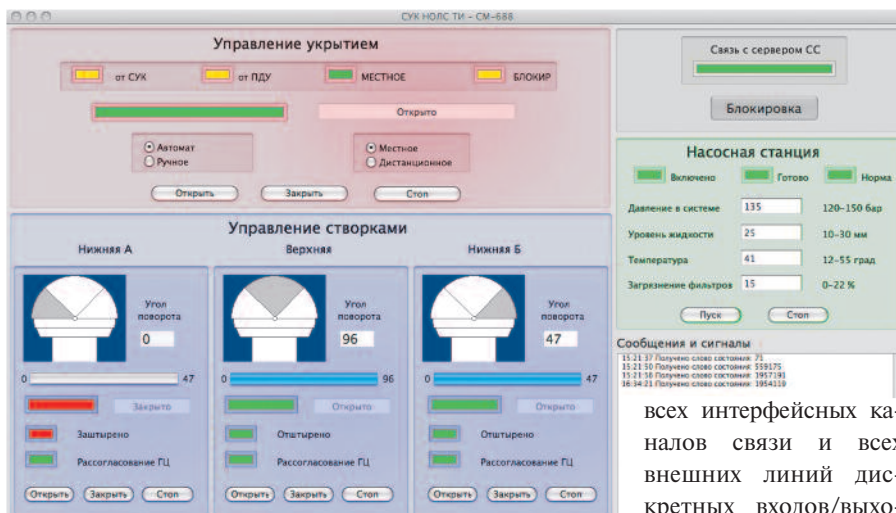


Рис. 7. Мнемосхема управления на дисплее АРМ



Рис. 8. Пульт дистанционного управления укрытием

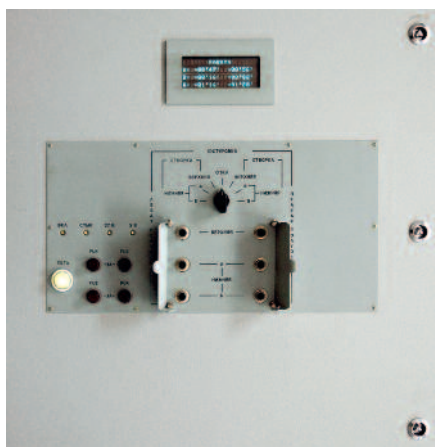


Рис. 9. Контроллер электрогидропривода

В целом вычислитель содержит не только процессорную плату CPC108, но и платы ввода/вывода, установленные в «корзину» с магистралью ISA. К отличиям этих контроллеров от их «собратьев», традиционно собранных только на покупных модулях, следует отнести наличие программно-аппаратных средств глубокой диагностики собственной работоспособности. Принятые меры позволяют провести контроль исправности

всех интерфейсных каналов связи и всех внешних линий дискретных входов/выходов, а также органов управления типа тумблер/кнопка, установленных на пультах и заведённых на дискретные входы.

Это реализовано следующим образом.

В контроллерах ПДУ и КЭГП применены модули TVCOM (FASTWEL), обеспечивающие их связь друг с другом и с контроллерами смежных систем по интерфейсу RS-422. Для диагностики модулей TVCOM под ними на монтажных стойках установлены печатные платы собственной разработки, имеющие те же габариты, а также посадочные отверстия и клеммные колодки соответствующего расположения для оптимизации электро монтажа. На этих платах установлены реле с питанием обмоток от источника 5 В либо 27 В, программно переключающие цепи TxD/RxD с разъёмов внешней связи друг на друга для обеспечения обмена контрольной посылкой при проведении диагностики.

Для приёма/выдачи дискретных сигналов в контроллерах применены модули серий TBI-0/24, TBI-24/0C и TBI-16/8C (FASTWEL) с гальваноразвязкой. Под каждым модулем TBI на монтажных стойках установлены печатные платы собственной разработки (рис. 10), имеющие те же габариты, а также посадочные отверстия и клеммные колодки соответствующего расположения для минимизации проводных связей. Эта универсальная плата содержит 24 пары диодов, разделённых на три группы («байты»), и резисторы подгрузки для компенсации токов утечки транзисторных ключей.

АППАРАТНО-ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ФУНКЦИИ САМОКОНТРОЛЯ В СИСТЕМЕ

На систему управления створками укрытия возложена задача, которая за-

ключается в строгом контроле входных сигналов с датчиков и формировании на основании этой информации сигналов, выдаваемых на исполнительные элементы. Учитывая ответственность данной задачи, в техническом решении для системы уделяется особое внимание организации автоматического контроля, максимально охватывающего входные и выходные цепи. Вопросы автоматизации контроля решаются как продуманной схемотехникой, так и соответствующей подпрограммой контроллера.

При проведении диагностики контроллер программно стимулирует подачу/снятие входного сигнала на дискретные входы модулей ТВІ. В первом цикле диагностики дополнительное реле отключает общий провод питания «сухих» контактов датчиков состояния объекта, после чего проводится программный опрос всех дискретных входов, которые должны быть неактивны. Во втором цикле диагностики дополнительный ключ через цепи диодной развязки стимулирует все проверяемые дискретные входы, активное состояние которых последовательно считывается и проверяется контроллером. В результате диагностики неисправность определяется вплоть до отдельного дискретного входа в проверяемых модулях. Для устранения ложного срабатывания дискретных входов вследствие протекания тока утечки дополнительного ключа подключается резистор, установленный на плате контроля.

Аналогично производится проверка дискретных выходов модулей ТВІ. Она также проходит в два цикла с использованием платы контроля и контроллера для поочередного программного подключения/отключения, считывания и проверки состояния выходов. Отличие заключается только в том, что отключение питания осуществляется в отношении исполнительных устройств объекта.

Для контроля исправности контактных органов управления на пультах, сигналы с которых принимаются модулем UNIO96-1 (FASTWEL), и самих дискретных входов этого модуля разработана отдельная плата. Она содержит 24 пары диодов, разделённых на три группы («байты»), что позволяет про-

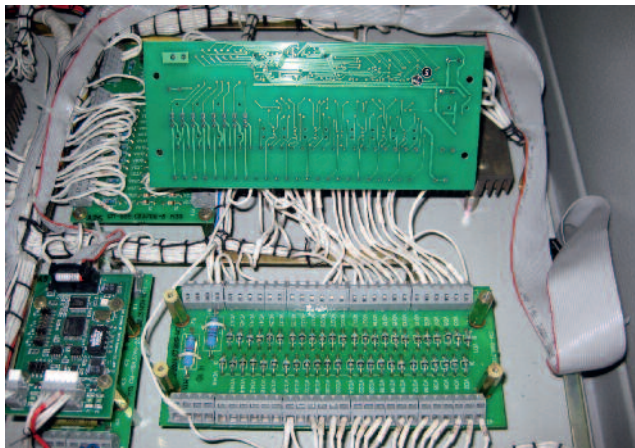


Рис. 10. Модуль контроля каналов цепей управления и приёма сигналов

граммно стимулировать подачу/снятие входного сигнала на дискретные входы модуля UNIO96-1 и оценивать исправность как самого модуля, так и органов управления. Принцип проверки аналогичен ранее описанному контролю модулей ТВІ.

Тест встроенной диагностики может запускаться как по кнопке на пульте, так и автоматически при выключении контроллера. По результатам теста выдаётся сообщение либо об исправности проверяемого оборудования, либо об отказе с идентификацией неисправно-

го периферийного модуля или канала связи. Применённые средства диагностики позволяют на стадии пусконаладки и в процессе дальнейшей эксплуатации оборудования в сложных и конфликтных ситуациях быстро установить истинные причины возникающих проблем.

Краткие выводы

Рассмотренный вариант реализации системы управления створками укрытий телескопа наземного оптико-лазерного центра обеспечивает чёткое выполнение возложенной на неё задачи и, что немаловажно, позволяет осуществить протяжённый цикл сервисного обслуживания, а в случае необходимости и модернизацию в рамках широкой номенклатуры выбранного форм-фактора. Это достигнуто путём использования современной аппаратной базы, разработанной и произведённой в России компанией FASTWEL. ●

**Авторы – сотрудники
ОАО «НПК «СПП» (Москва),
ОАО «КБСМ» (г. Санкт-Петербург),
фирмы ПРОСОФТ
Телефон: (812) 448-0444
E-mail: info@spb.prosoft.ru**

НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

HIRSCHMANN: 5 ЛЕТ ГАРАНТИИ

Владелец торговой марки Hirschmann компания Belden улучшает условия базовой гарантии на большинство изделий модельного ряда. Теперь вместо базовых 24 месяцев гарантии предоставляется срок в 60 месяцев (5 лет) на следующие серии и модели:

- серия Spider (неуправляемые промышленные коммутаторы Fast и Gigabit Ethernet начального уровня);
- серия OpenRail (более 1000 модификаций компактных промышленных коммутаторов с широким спектром применения);
- модульная серия MICE и Power-MICE (промышленные коммутаторы для отказоустойчивых сетей Ethernet и Real-time Ethernet с модульной структурой, «горячим» резервированием и широким набором специализированных опций);
- серия RSR (специализированные коммутаторы для подстанций и транспорта, удовлетворяющие стандартам МЭК 61850, EN50155);
- коммутаторы MACH 1020/1030/1040 (стойечные отказоустойчивые комму-

таторы с уникально гибкой конфигурируемой архитектурой, отвечающие требованиям МЭК 61850);

- серия Octopus (серия коммутаторов со степенью защиты IP67 для эксплуатации вне распределительных шкафов в пыльных, влажных средах);
- беспроводные устройства BAT54, BAT300 (промышленные точки доступа Wi-Fi с дальностью передачи до 20 км и скоростью до 300 Мбит/с);
- роутеры Eagle (межсетевые экраны в промышленном исполнении для защиты и сегментирования Ethernet-сетей).

Есть возможность также заказать расширенную до 8 лет гарантию, просто выбрав соответствующий пункт в электронном конфигураторе устройства на его Web-странице. Более длительные сроки гарантии на изделия Hirschmann™ рассматриваются и предоставляются по отдельному запросу. На продукцию модельного ряда MACH102/104, MACH4000 базовый срок гарантии не изменился и составляет 24 месяца. ●