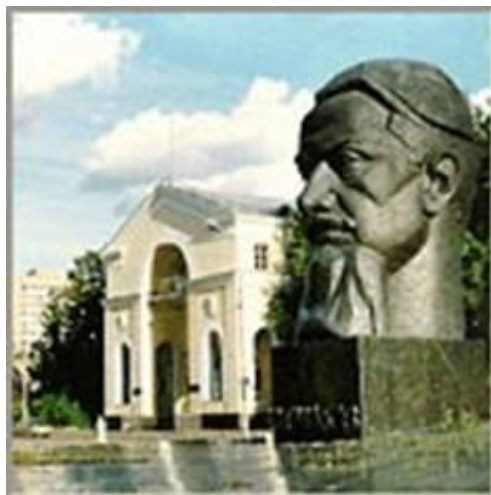




РНЦ
“Курчатовский
институт”



АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ЗАМЕНЫ, ВЫВОДИМЫХ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ РИТЭГов

Ольховский А.Г., Худыкин А.М.

2008 год

Все навигационные объекты, энергоснабжение которых ранее обеспечивали РИТЭГи, должны быть в обязательном порядке оснащены альтернативными источниками питания (АИП).



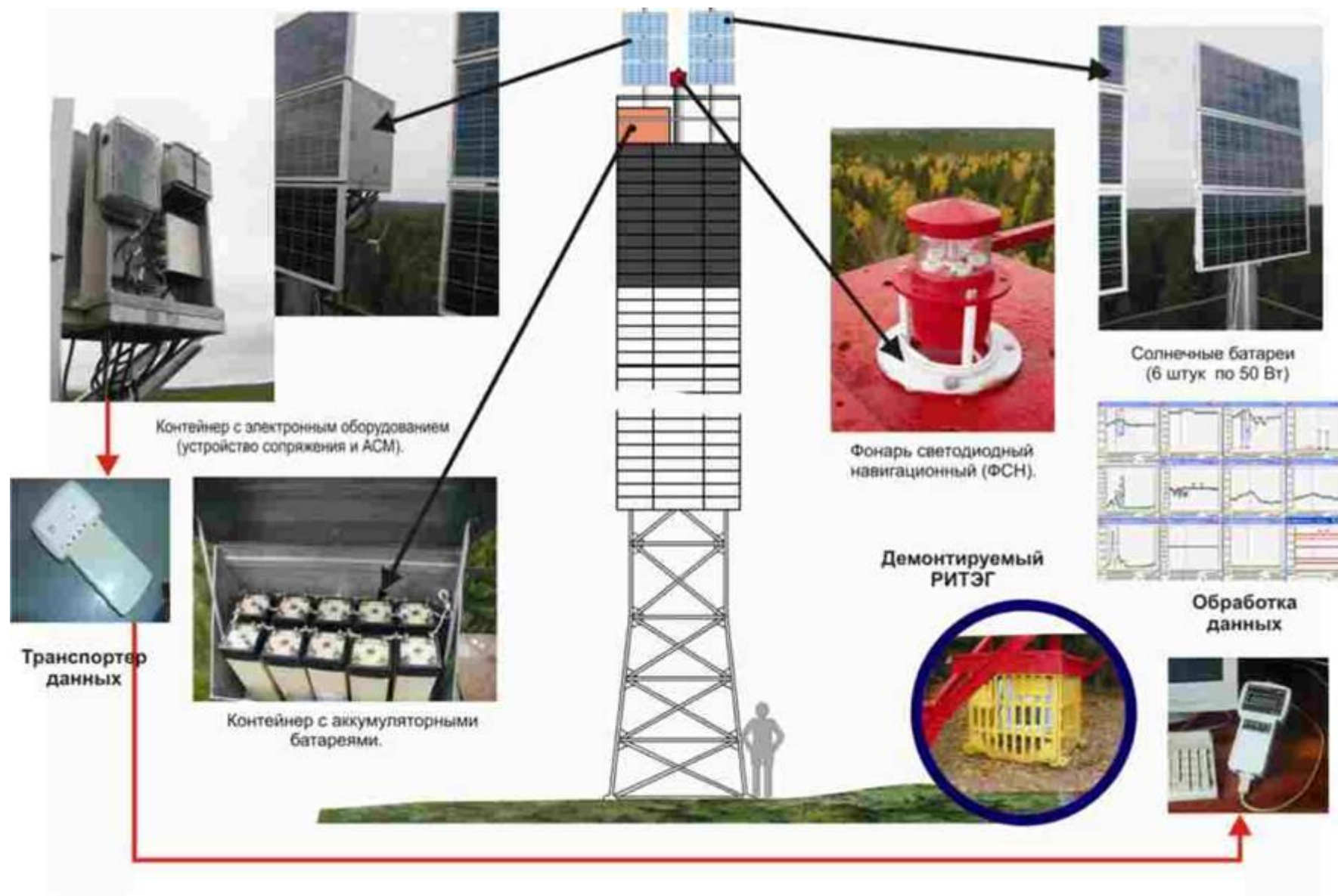
Такая необходимость обусловлена, тем обстоятельством, что, несмотря на бурное развитие систем спутниковой навигации, береговые маяки по-прежнему являются необходимым средством обеспечения безопасности судоходства



АИП
Биоэнергия
Солнечная энергия
Ветряная энергия
Гидроэнергия
Геотермальная энергия
Топливные элементы



Полномасштабная автоматическая система мониторинга ФЭС (долговременное регистрация 24 параметров энергосистемы)



Currently, 9 such systems are deployed: 3 – in the Northern, 2 – in the Baltic, 2 – in the Far Eastern regions, and 2 – in Kamchatka.



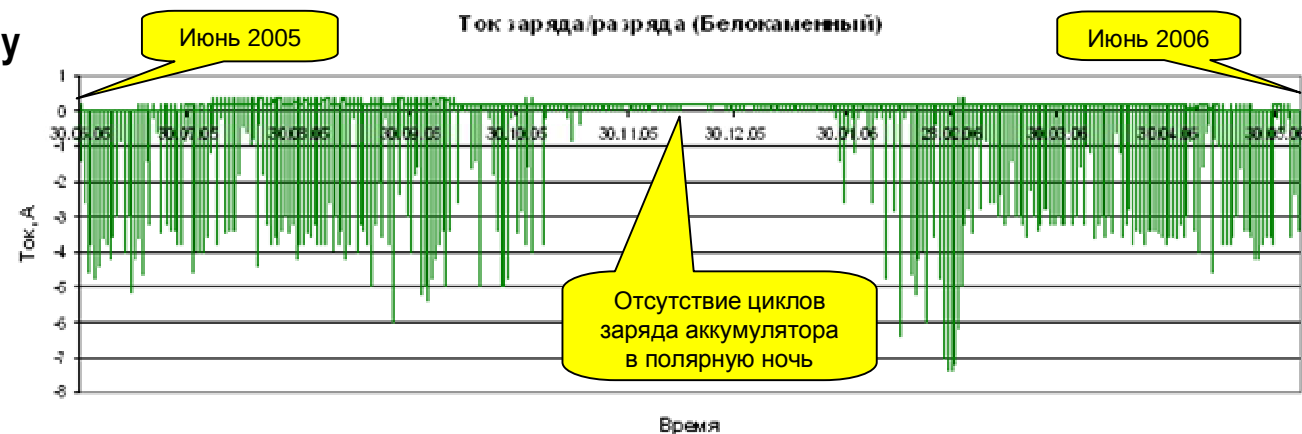
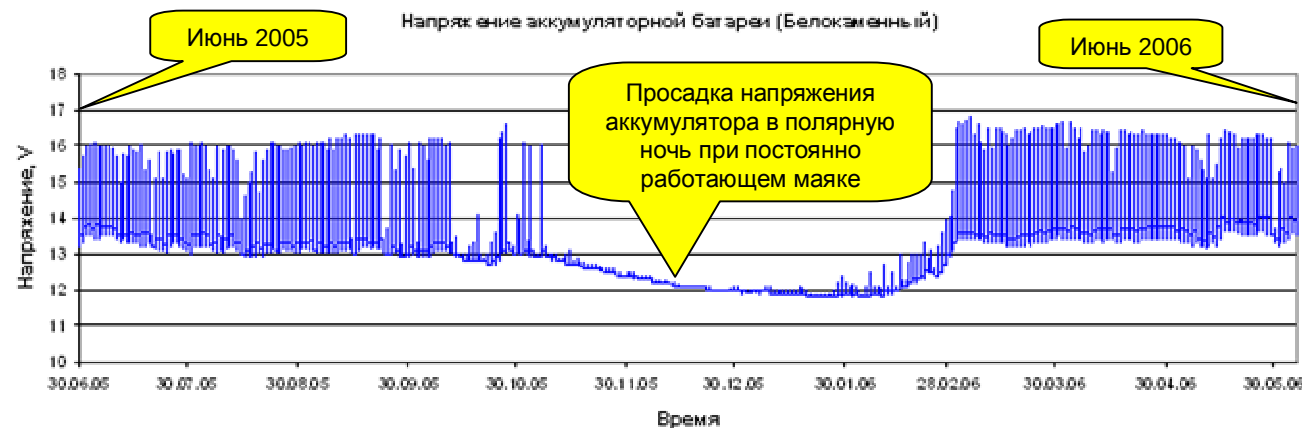


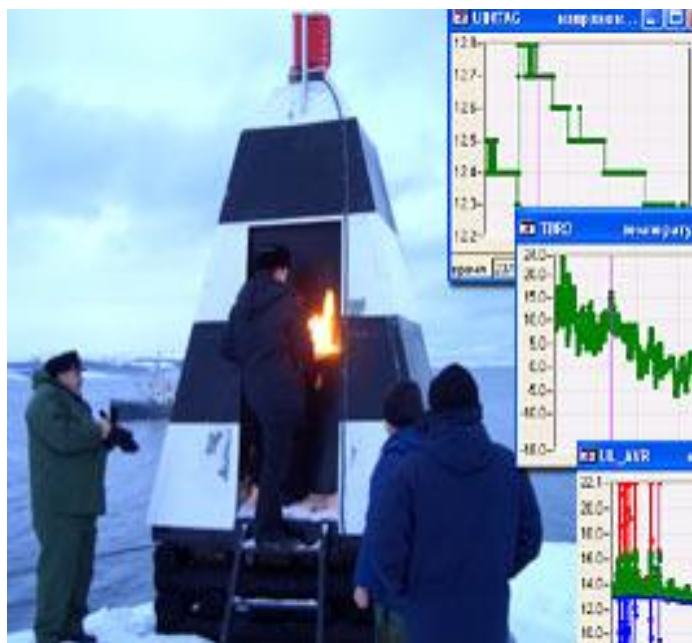
Вся информация зарегистрированная полномасштабными системами мониторинга регулярно собиралась (и собирается) и анализируется. Она дает действительно полную непредвзятую картину работы энергоустановок в каждом регионе. И позволяет обоснованно судить об особенностях эксплуатации каждого из составляющих их элементов.



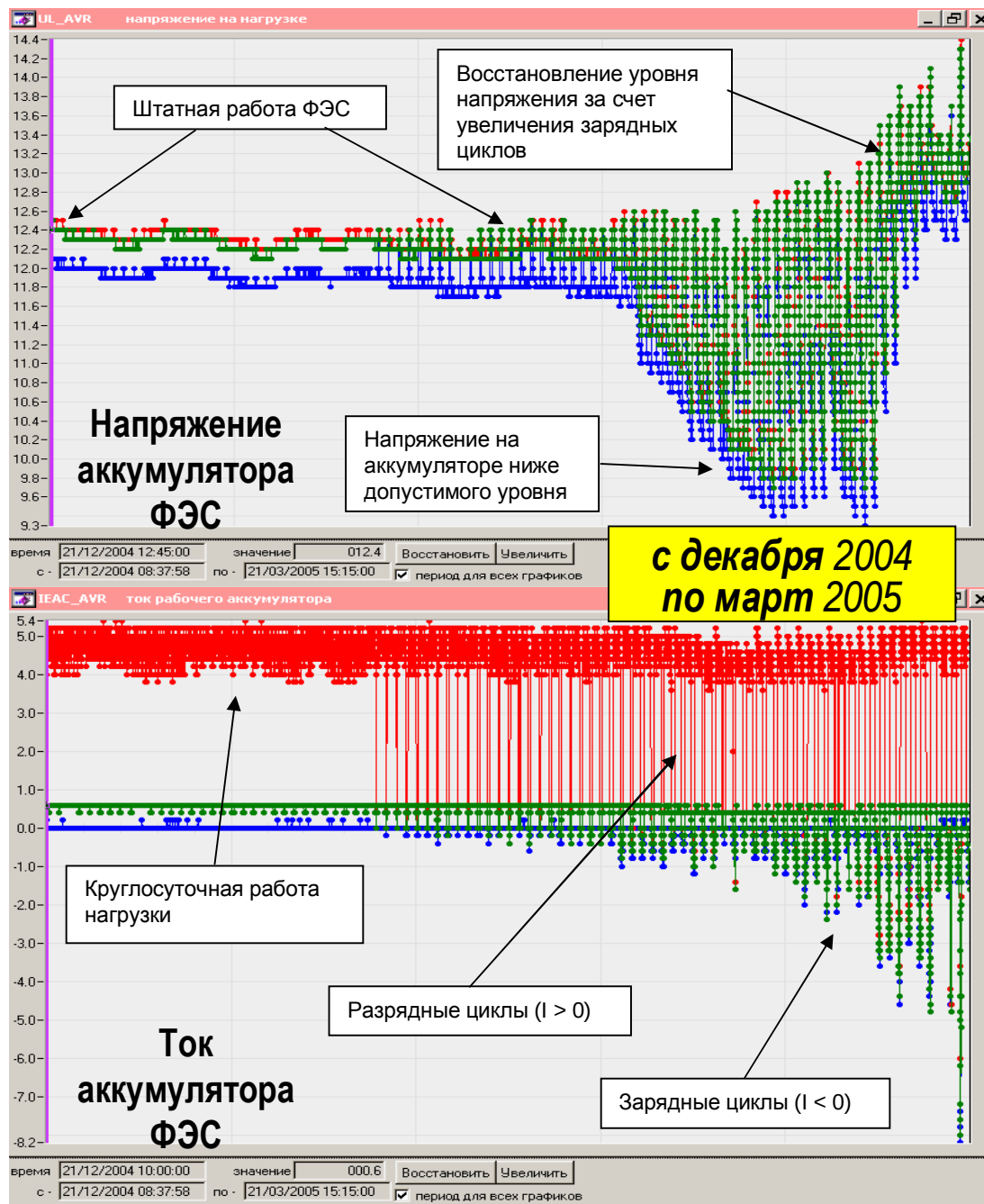
Ток заряда/разряда аккумулятора ветроустановки маяка Карбаз

Напряжение и ток заряда/разряда аккумулятора ФЭС маяка Белокаменный





Системой мониторинга маяка Шавор (Мурманск), документально и объективно зарегистрирована регулярно прогрессирующая неприемлемая деградация аккумуляторных батарей, входящих в состав ФЭС производства ОАО САТУРН



Зимой-весной 2006 года зафиксировано падение напряжения аккумулятора до уровня 5,7 В. Теперь продолжительность такой ситуации увеличилась до полутора месяцев. Это позволяет сделать вывод о деградации аккумулятора, входящего в состав ФЭС из-за «эффекта памяти» и невозможности системы эффективно зарядить аккумулятор.

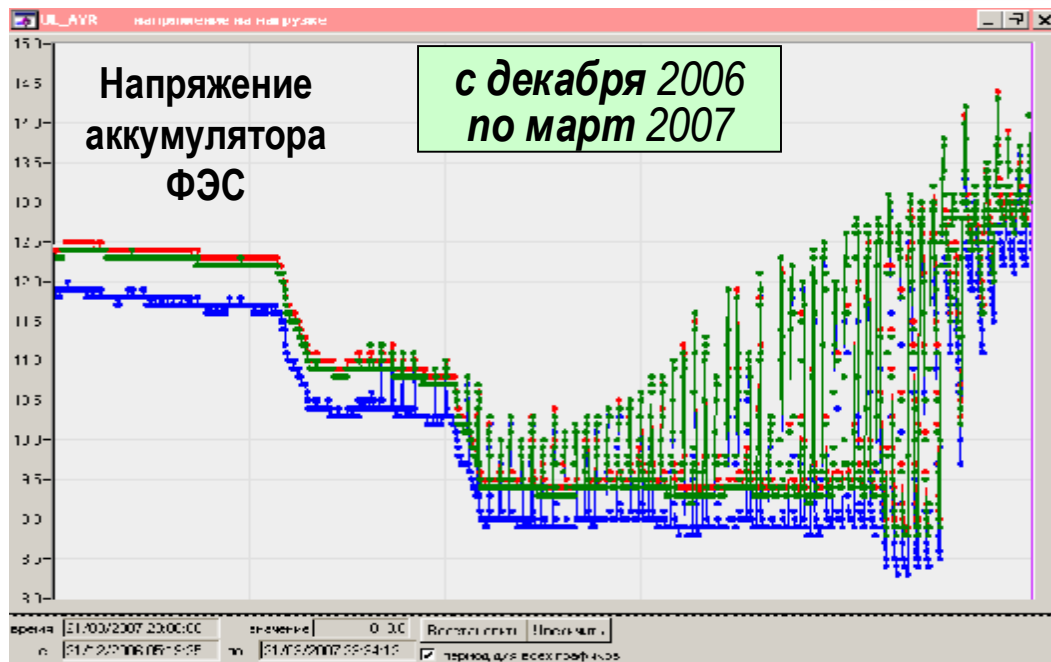
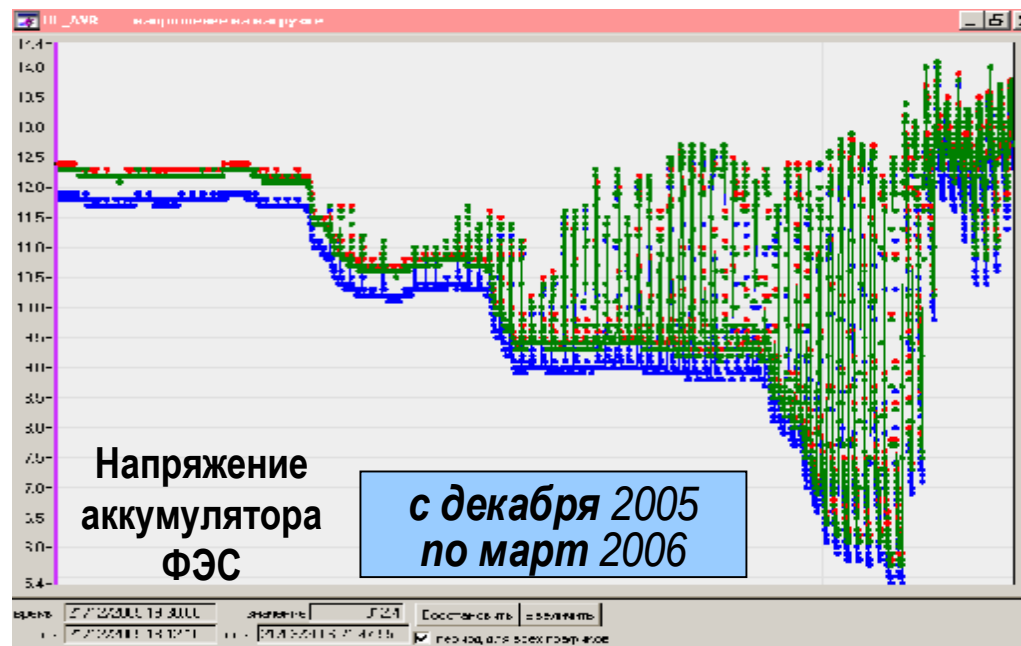
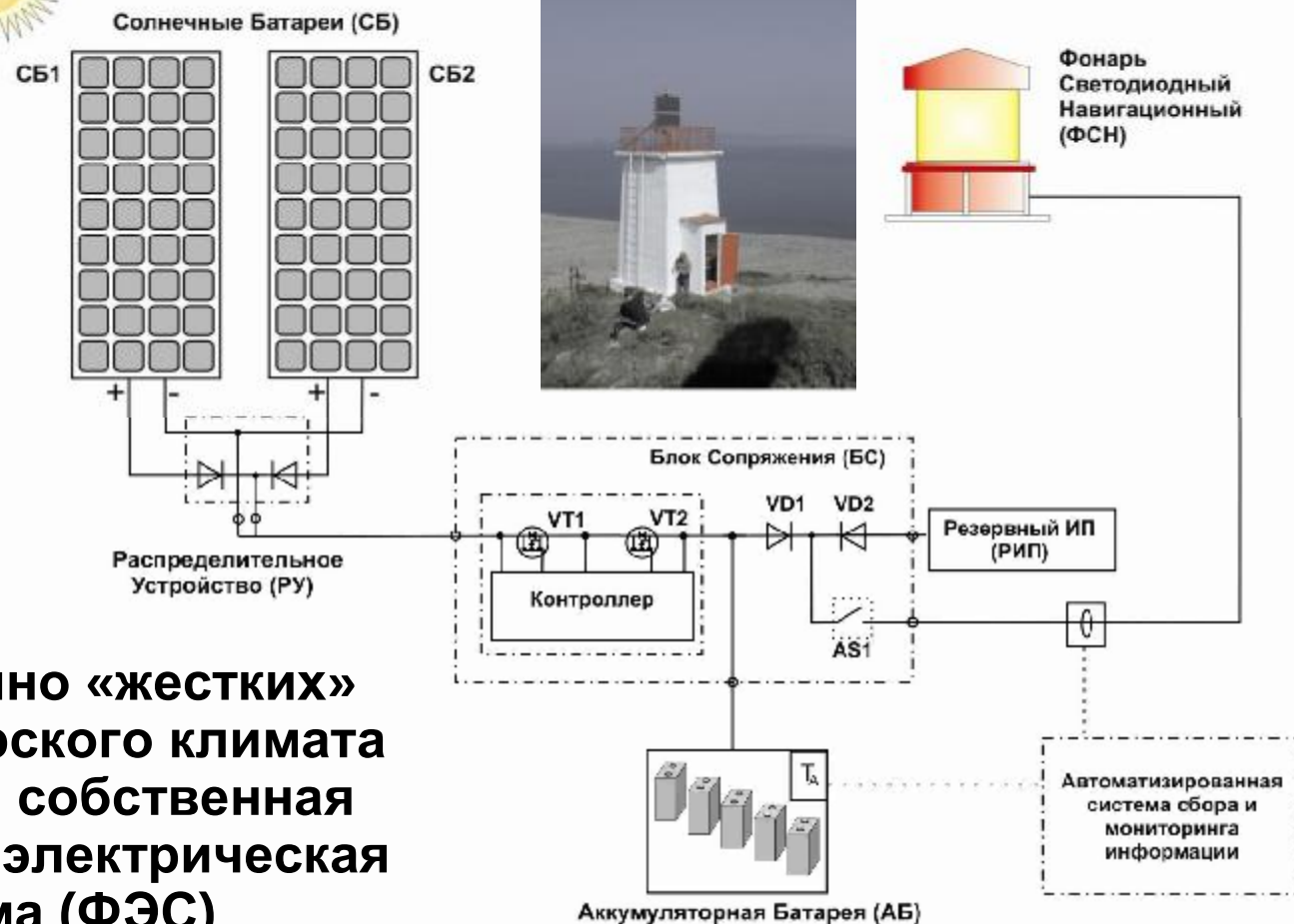


График напряжения аккумулятора зимой 2006-2007 гг. показывает, что проблема переразряда аккумуляторов на объекте Шавор сохранилась и требует решения т.к. очевидна продолжающаяся деградация накопителя ФЭС.

Опыт долговременного мониторинга АИП различных типов позволил сформировать требования и оптимизировать затраты на реализацию программы по формированию комплекта оборудования серии вновь создаваемых систем для энергообеспечения маяков взамен выводимых из эксплуатации РИТЭГов.

Прежде всего
выбрать наиболее
рациональную
структуру и
выработать
оптимальные
алгоритмы
функционирования
энергосистем
маяков.

С учётом достаточно «жестких»
требований приморского климата
была разработана собственная
оригинальная фотоэлектрическая
энергосистема (ФЭС)



Фотоэлектрическая энергосистема, является изделием интегрирующим множество отдельных элементов. Поэтому она может быть создана только из составных частей выпускаемых различными производителями.



Солнечные модули – выполнен анализ более 100 изделий 30 иностранных и 10 отечественных компаний.



Аккумуляторные накопители – выполнен анализ: более 20 типов кислотных аккумуляторов 10 иностранных и 7 отечественных компаний. более 20 типов щелочных аккумуляторов 10 иностранных и 5 отечественных компаний.



Контроллеры заряда / разряда - выполнен анализ более 100 изделий 5 разновидностей от 25 иностранных и 10 отечественных компаний. Произведена апробация, тестирование и опытная эксплуатации 5 изделий различного класса.

Навигационные фонари – выбор производился из 20 отечественных компаний, рекомендованных службой гидрографии ВМФ РФ.



В контроллере РНЦ КИ применяется более эффективный алгоритм заряда. Обычные контроллеры при достижении порогового напряжения на аккумуляторе прекращают заряд и возобновляют его только при снижении напряжения до определенного уровня. Такой алгоритм позволяет зарядить аккумулятор только до 60-70%.



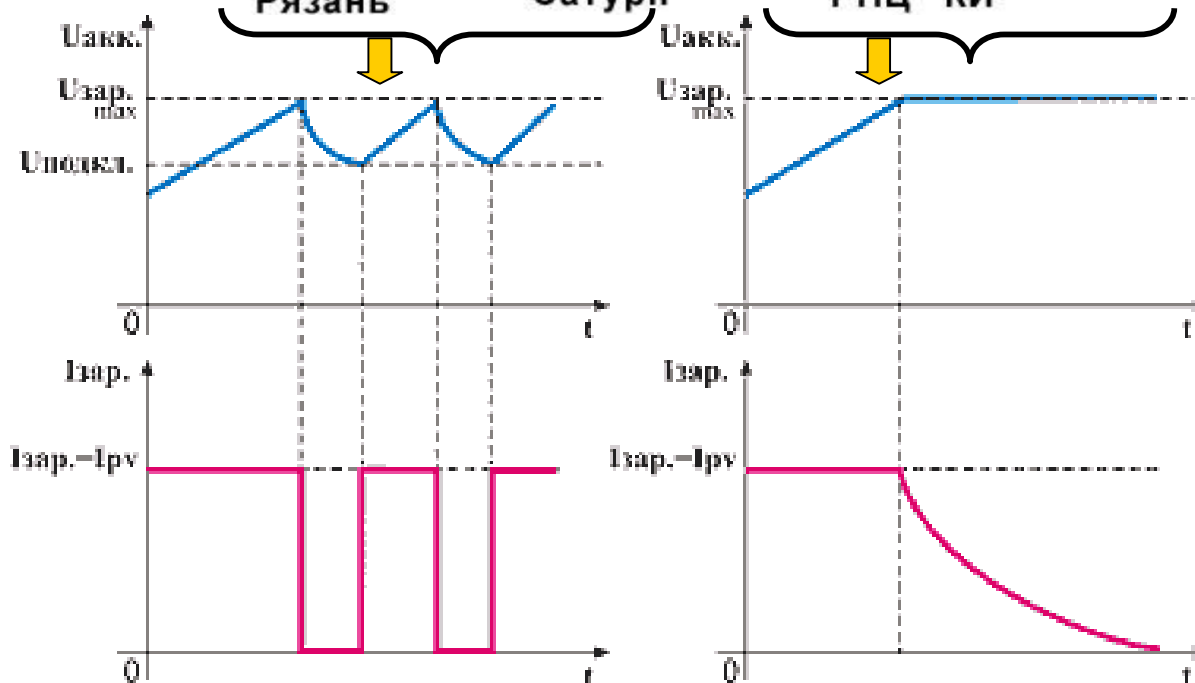
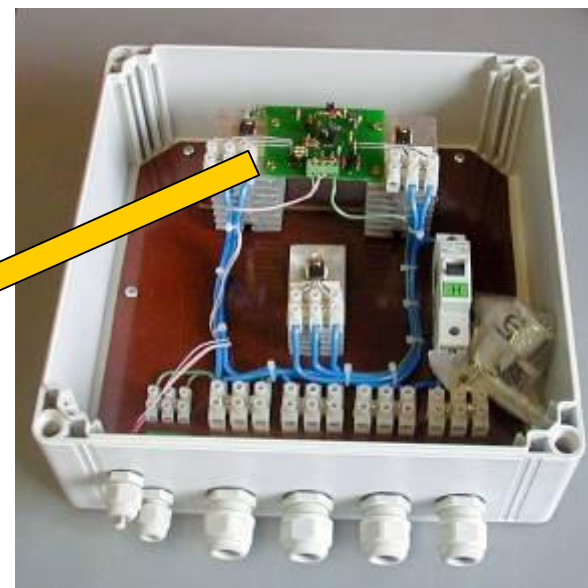
Рязань



Сатурн



РНЦ "КИ"



Контроллер РНЦ КИ на завершающей стадии не отключает заряд, а переходит в режим стабилизации по напряжению и продолжает дозаряд аккумулятора постепенно уменьшающимся током. Это позволяет зарядить аккумулятор практически полностью (до 95-100%), а также избежать усиленного газообразования на пластинах и перегрева, а, следовательно, ускоренного износа пластин аккумулятора.

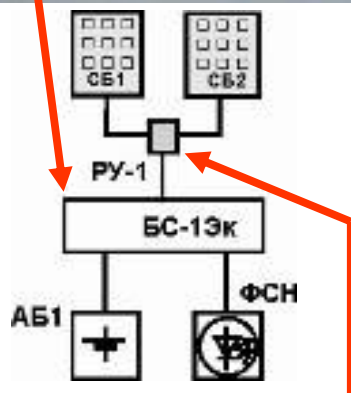
Разработка электронных блоков и узлов, обеспечивающих сопряжение отдельных элементов в ФЭС



Блок сопряжения БС - является сердцем ФЭС, к которому сходятся соединительные кабели от всех составляющих ее элементов.

БС включает:

- клеммники для подключения элементов ФЭС;
- контроллер(-ы) заряда / разряда аккумулятора;
- схемы электрических развязок;
- схемы автоматической защиты.

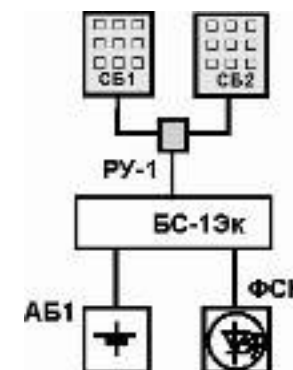


Модификация БС определяется типом обслуживаемого аккумулятора (свинцово-кислотный или щелочной) и мощностью ФЭС.

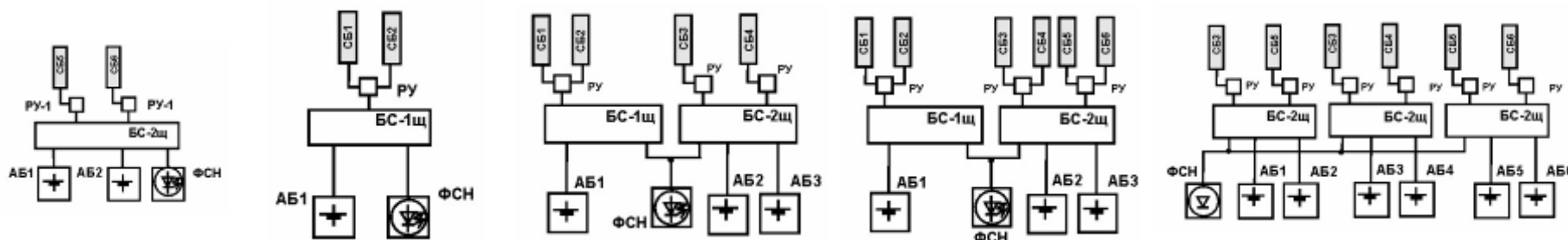
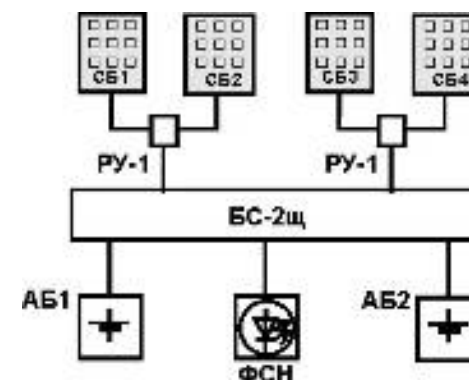
Распределительное устройство РУ - предназначено для электрического соединения отдельных солнечных батарей в единую электрическую цепь, подключаемую к модулю БС. Так, например, РУ-1 подключает к БС две солнечных батареи, РУ-2 подключает к БС три солнечных батареи.



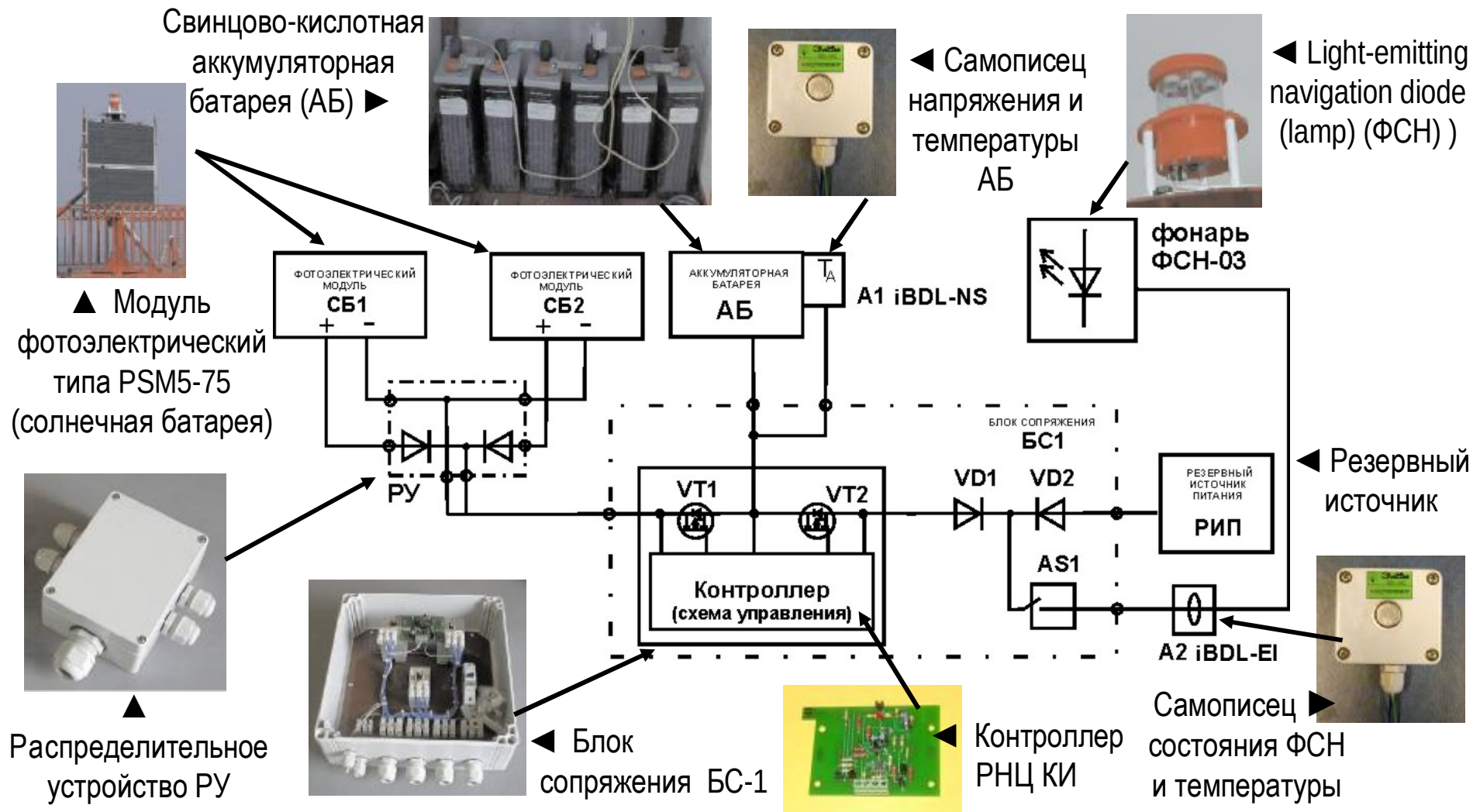
Модификация БС определяется типом обслуживаемой АБ (свинцово-кислотные или щелочные) и мощностью ФЭС. Так, например, БС-1Эк рассчитан на обслуживание одного РУ-1 и 1 кислотного аккумулятора, а БС-2щ рассчитан на обслуживание двух РУ-1 и двух щелочных аккумуляторов. Различные по мощности ФЭС комплектуются разными схемами УС, состоящими из одного или нескольких РУ, соответствующих типов, и одного БС, определенной модификации.



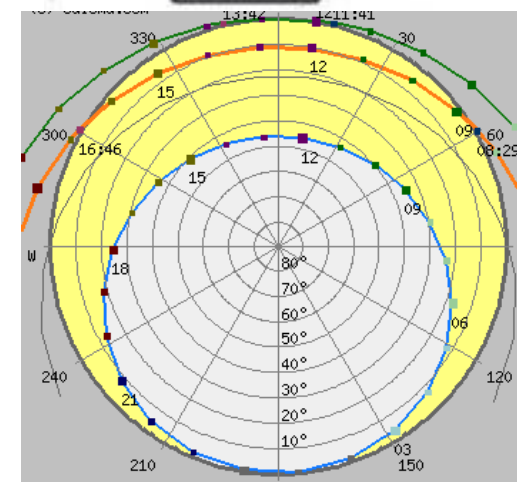
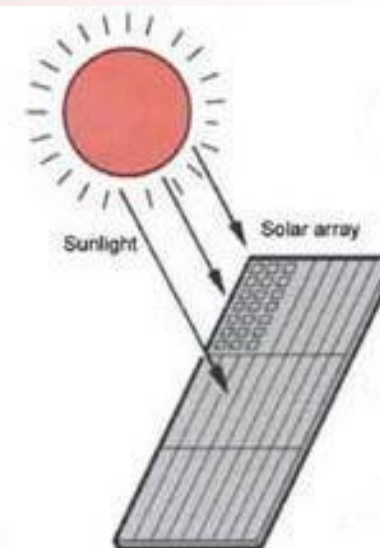
В результате нами был разработан комплект базовых ФЭС (4 модификации). В основу их конструкции заложен модульный принцип построения, позволяющий из минимизированного набора стандартного оборудования, собирать энергосистемы с требуемыми техническими характеристиками (мощность, напряжение питания фонаря, запас хода и т.д.)



ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ РНЦ “КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ” НА 150ВТ ФЭС - 150/12 КРЖУ.468122.001-001



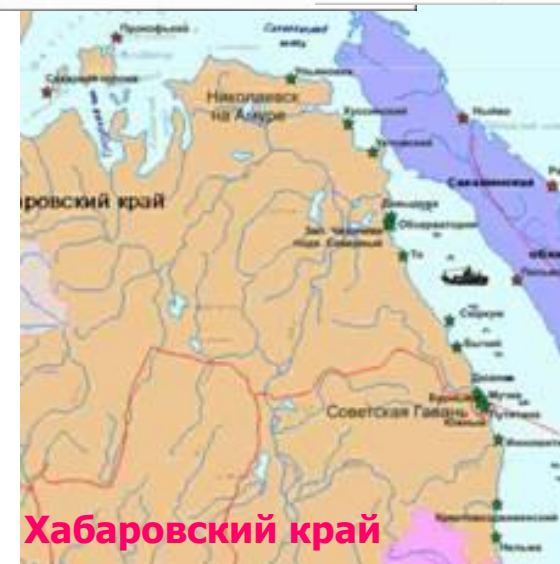
Кроме того, нами была разработана инженерная методика энергетического расчета ФЭС для береговых маяков, регламентирующая их основные технические характеристики, исходя из географического места установки, дальности действия огня и временных характеристик работы фонаря. Она учитывает географическое положение объекта и связанные с ней солнечную инсоляцию, продолжительность светового дня и темного времени суток, энергопотребление конкретной нагрузки и количество энергии, которое могут отдать выбранные для ФЭС солнечные модули.



Использование методики энергетического расчета и модульного принципа построения ФЭС позволил комплектовать и затем разворачивать энергосистемы для маяков с самыми различными характеристиками огней, расположенных в различных местах эксплуатации.



В течение 2005-2007 годов в Приморском и Хабаровском краях более 30 РИТЭГов были заменены на ФЭС производства РНЦ “Курчатовский институт”. В 2008 году в этих регионах, а также на Сахалине, планируется развернуть еще 40 таких ФЭС.



Для базовых модификаций ФЭС подготовлена необходимая документация и выполнена сертификация

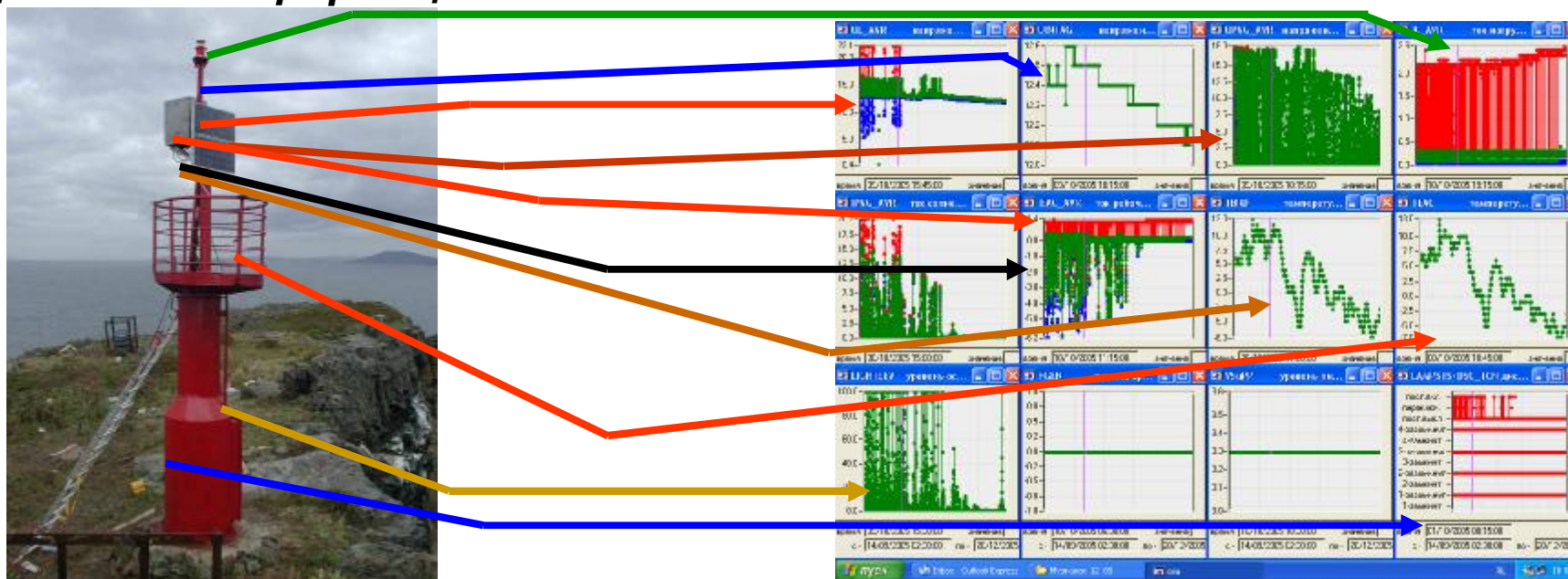


Техническое задание
Технические проекты
Технические условия
Руководства по эксплуатации
Сертификат соответствия

Протоколы испытаний
Описание типа средств измерения
Программа испытаний для целей утверждения типа
Методика поверки
Метрологический сертификат
Акты испытаний

Следует отметить, что только применение в качестве энергоисточников маяков именно РИТЭГов обеспечивает требуемую надежность и действительно допускает возможность эпизодического контроля их работы. Особенно в условиях удаленности таких инженерных объектов и предельно тяжелых условий их эксплуатации. Все остальные энергоисточники в настоящее время значительно уступают по надежности РИТЭГам.

Компенсация существующего дефицита надежности альтернативных энергоисточников возможна благодаря выбору оптимальной конструкции АИП для каждого конкретного случая, а также путем организации эффективного объективного мониторинга за работой средств навигационного оборудования, что требует внедрения на объектах специальных информационных систем.



С целью оптимизации экономическо-стоимостных затрат на реализацию мониторинга состояния вновь создаваемых ФЭС для маяков нами было принято решение об использовании для этих целей малобюджетной технологии самописцев iBDL, которая является дальнейшим развитием наших систем мониторинга.



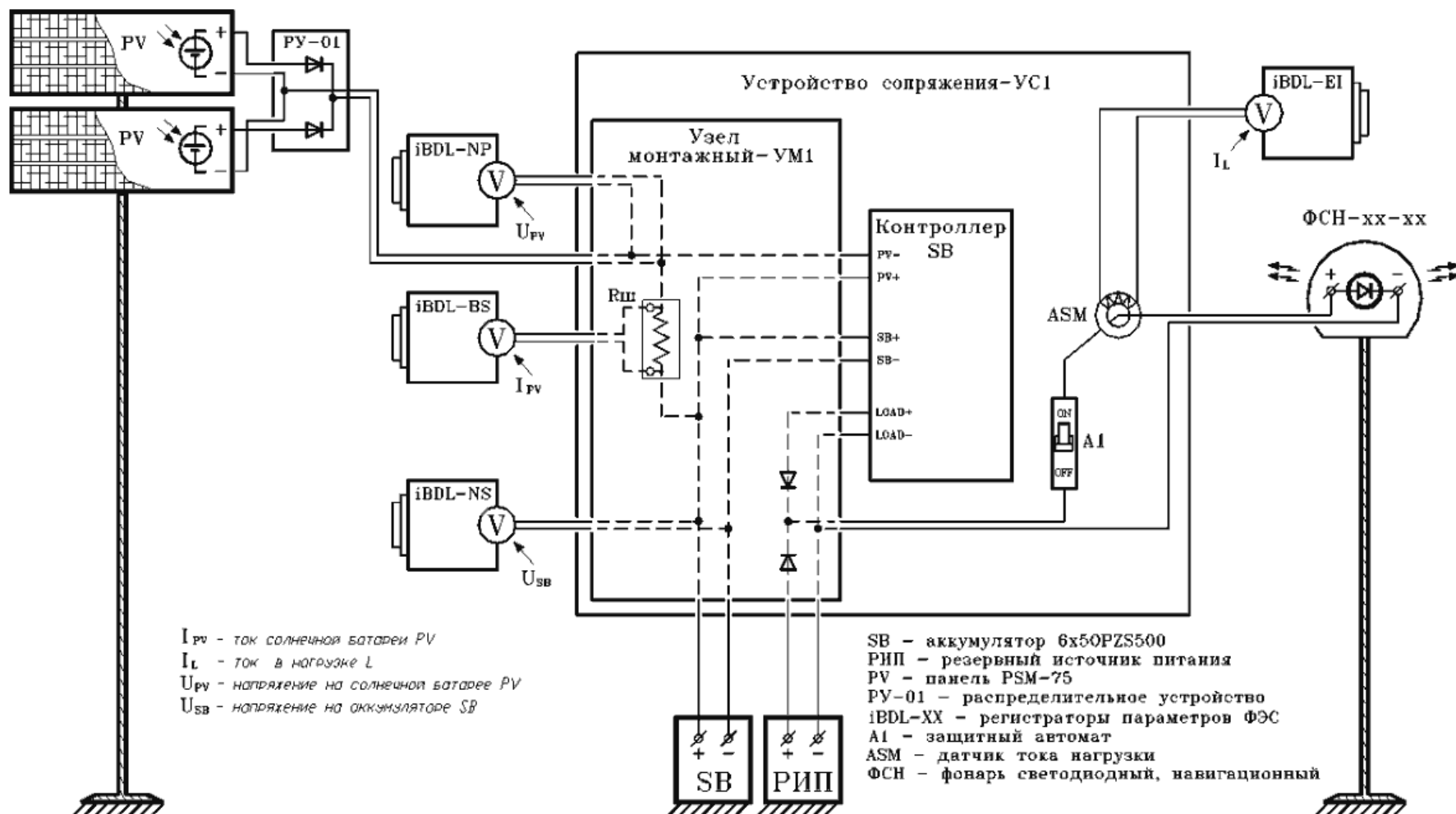
Самописцы iBDL могут выполнять мониторинг практически любых параметров. Они дешевы, компактны, надежно защищены от любых воздействий, не требуют при эксплуатации ни проводов, ни внешних источников питания, их установка в контрольных точках элементарна, а регламент обслуживания предельно прост.



Самописцы iBDL, являются полноценными измерительными приборами, характеристики которых подтверждены российскими метрологическими сертификатами.

Для того чтобы установить наиболее показательные контрольные точки, исчерпывающе характеризующие эксплуатационные режимы ФЭС, было выполнено макетирование процедуры мониторинга параметров тестовой энергосистемы. С помощью нее был определен минимальный комплект самописцев iBDL для эффективного мониторинга состояния любой ФЭС.

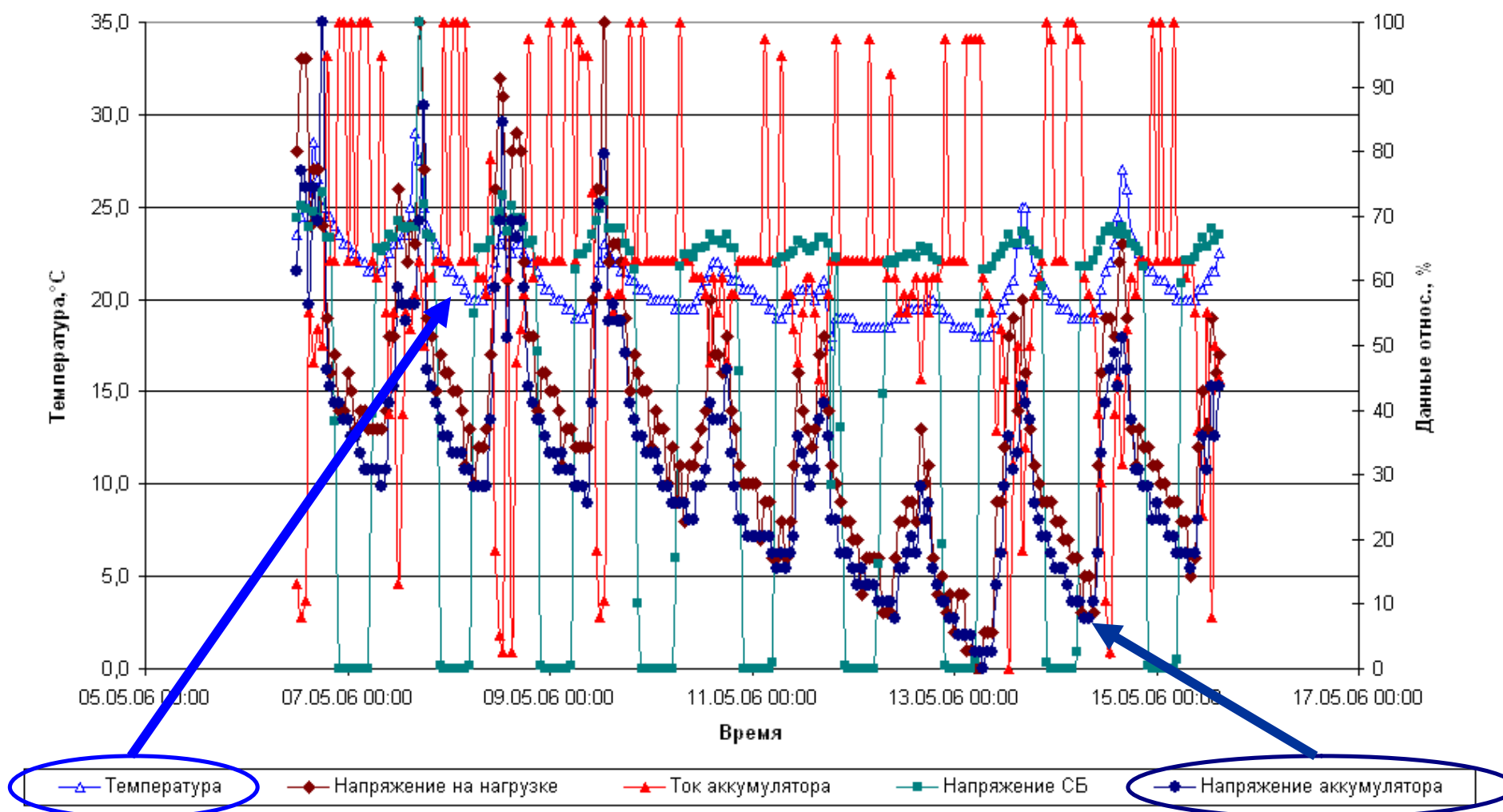
Схема макетирования мониторинга параметров тестовой ФЭС



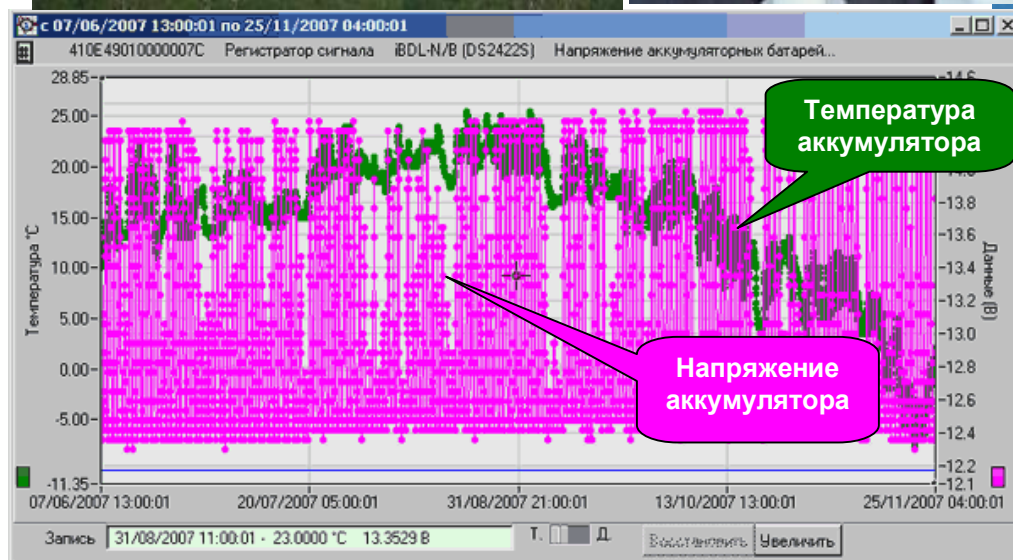


Испытания показали, что наиболее результативными контрольными точками являются напряжение и температура аккумулятора ФЭС. Именно по этим параметрам можно воссоздать все нюансы работы эксплуатируемой энергетической системы. Оба этих параметра может регистрировать только один самописец iBDL.

Эпюры регистраторов тестовой ФЭС



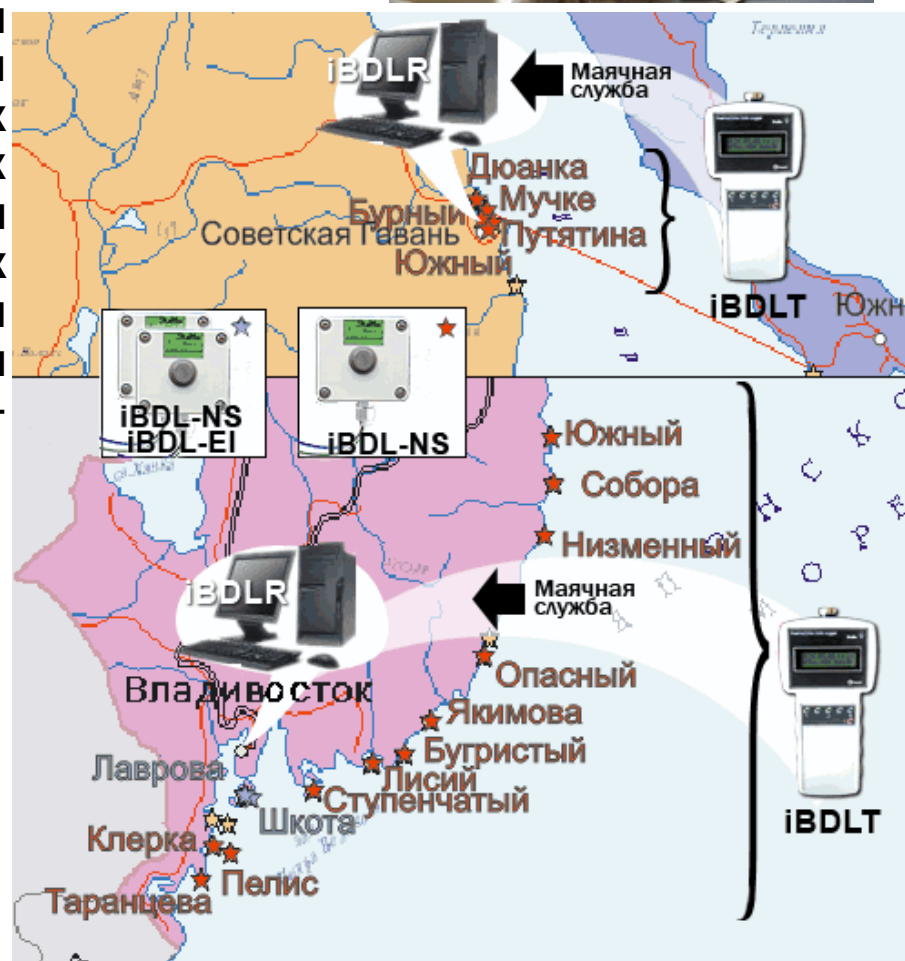
В настоящее время все поставляемые нами ФЭС комплектуются наборами самописцев iBDL, которые выполняют мониторинг параметров этих энергосистем.



Самописцы iBDL не имеют никаких собственных средств индикации и управления. Поэтому все функции по их обслуживанию могут выполняться только с помощью специально разработанных нами специализированных средств поддержки.

Сбор данных, накопленных самописцами каждого из объектов, должен осуществляться один раз в полгода силами региональных маячных служб в ходе плановых профилактических ревизий оборудования навигационных сооружений. Для этого их представители оснащаются специальными средствами съема данных транспортерами iBDLT, а региональные маячные службы - компьютерными комплексами iBDL_R.

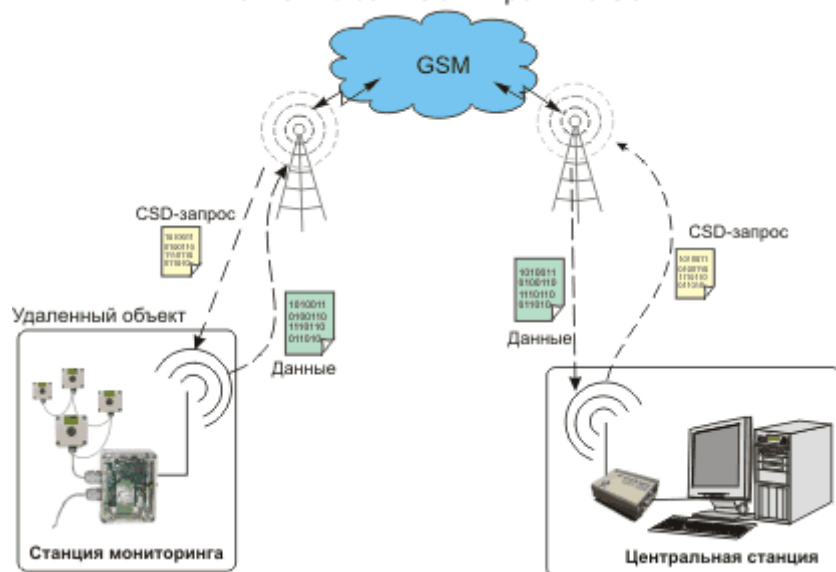
Результаты мониторинга отображают текущее состояние основных элементов ФЭС и маяков, а также особенности их функционирования в течение текущего срока эксплуатации, что позволяет сделать своевременные выводы о необходимости замены, ремонта или профилактики тех или иных элементов системы.



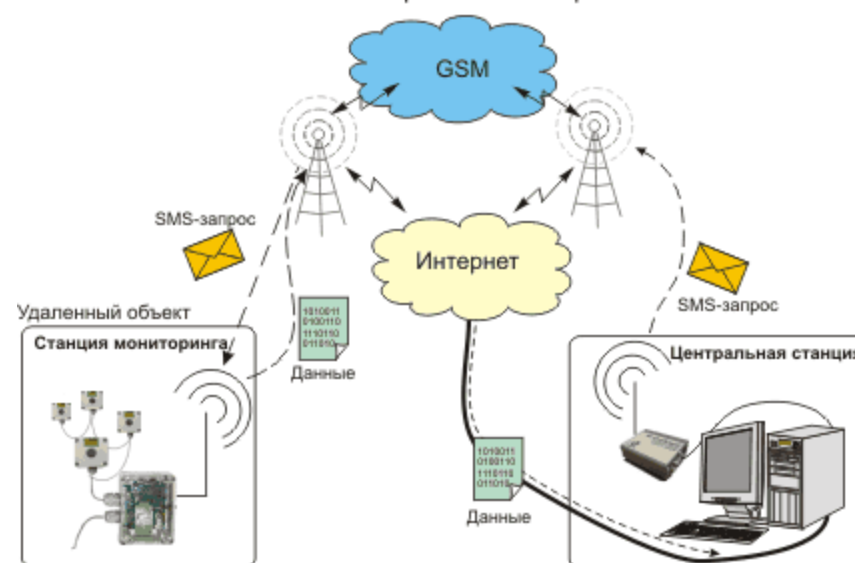
Комплекс iBRCG для удаленного беспроводного мониторинга АИП с использованием технологии GSM



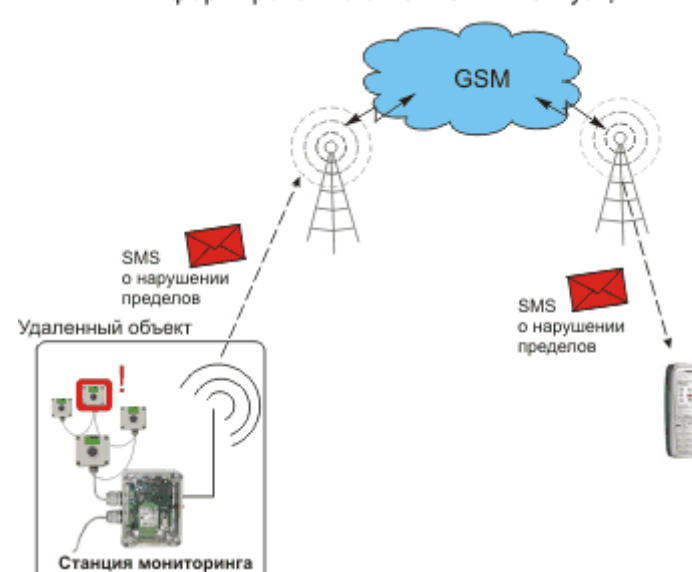
Связь по сети GSM в режиме CSD



Связь через сеть Интернет

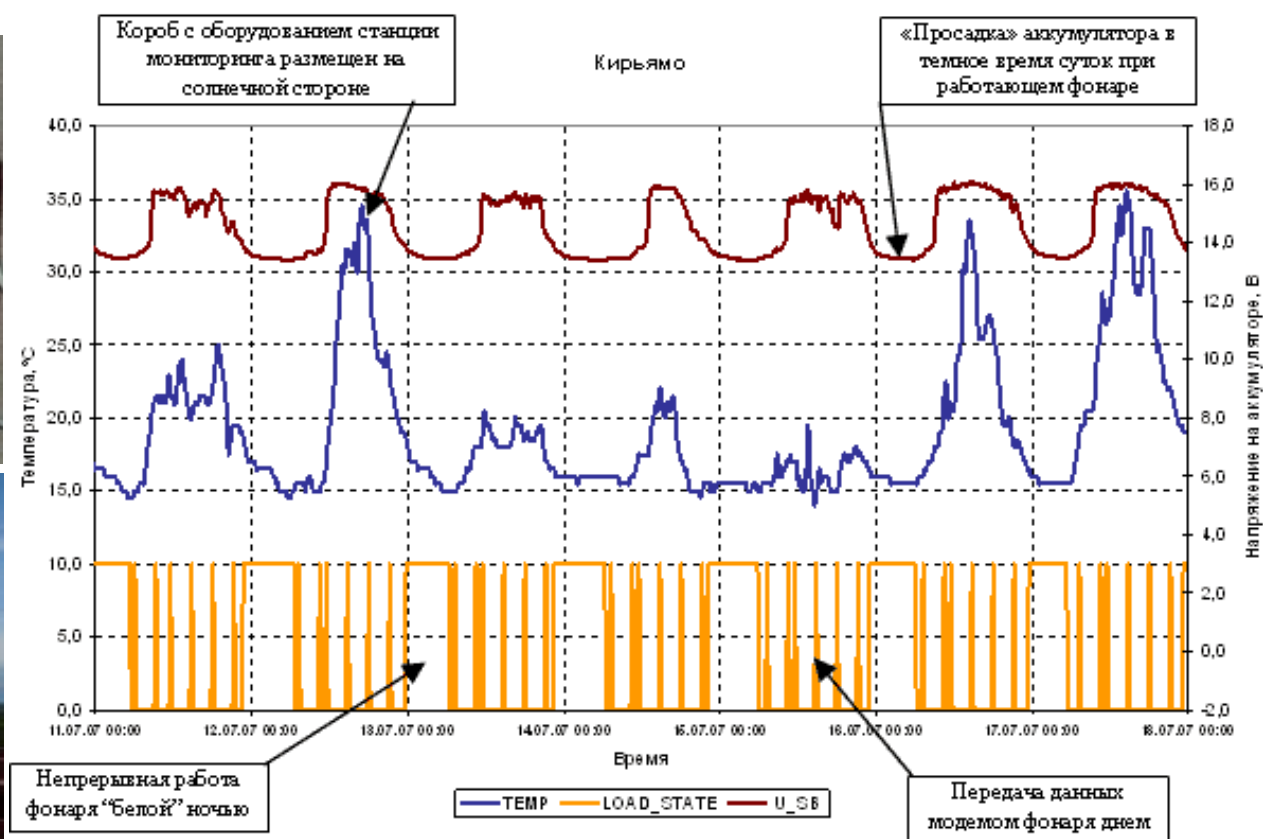


Информирование о нештатных ситуациях





Комплексы iBRCG для удаленного беспроводного мониторинга параметров ФЭС с использованием технологии GSM уже эксплуатируются на 2 маяках в северном, 2 маяках в балтийском и 2 дальневосточном регионах





Итоги:

- Разработан модельный ряд ФЭС, что позволяет реализовать автономное электропитание 90% существующих в настоящее время маяков. При их разработке реализован модульный принцип конструирования, позволяющий из минимизированного набора стандартного оборудования, собирать системы с требуемыми индивидуальными характеристиками (до 1500 Вт).
- Разработаны методики энергетического расчета систем автономного электропитания, для различных регионов РФ с учетом особенностей маяков.
- Разработан ряд автономных самописцев iBDL, предназначенных для сбора и хранения информации о состоянии основных параметров ФЭС, а также разнообразные аппаратно-программные средства их поддержки.
- Разработан комплект технических средств для осуществления дистанционного беспроводного съема через GSM-сети результатов мониторинга, выполненного самописцами iBDL.

Перспективы:

- Разработка решений для маяков с дальностью огня более 14 миль.
- Разработка решений для маяков, расположенных в высокоширотных районах Крайнего Севера (в том числе, вдоль трассы Северного морского пути).
- Обеспечение дистанционного мониторинга состояния энергосистем маяков в регионах, где отсутствует покрытие GSM (космическая связь).