

# ПРОЕКТ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ УСТАНОВКИ «ГАММА-4»

*Р. А. Майоров, Ю. А. Есаева, Н. В. Жижина, А. В. Козачек, О. П. Садова, Ф. В. Серов*

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров Нижегородской обл.

## Введение

В настоящее время в ИЯРФ РФЯЦ-ВНИИЭФ ведутся работы по созданию установки «Гамма-4».

Установка «Гамма-4» является сложным электрофизическим устройством, в состав которого входят четыре синхронно запускаемых идентичных модуля. Каждый модуль представляет собой импульсный высокопоточный ускоритель электронов «Гамма-1» [1–3], построенный на базе двойной ступенчатой формирующей линии с водяной изоляцией. Каждый модуль состоит из генераторов импульсного напряжения ГИН-1000 (2 шт.), двойной ступенчатой формирующей линии, предимпульсного коммутатора, водяной передающей линии, ускорительной трубки, магнитоизолированной передающей линии, диода.

Кроме того, в состав установки «Гамма-4» входят вспомогательные системы (система синхронизации, система статической зарядки), технологические системы (система водоподготовки, система маслоподготовки, система газонаполнения, система вакуумная), дополнительные системы (система блокировки дверей, система световой и звуковой сигнализации, система громкоговорящей связи, телевизионная система видеоконтроля).

Согласованную работу составных частей установки «Гамма-4» обеспечивает автоматизированная система управления и контроля установки (далее – АСУК).

## Система управления и контроля установки «Гамма-4»

Прототипом АСУК установки «Гамма-4» является система управления и контроля высокопоточного импульсного ускорителя электронов «Гамма-1» [4].

Целью создания АСУК является обеспечение комплексного управления установкой «Гамма-4», включающего в себя:

- управление вспомогательными, технологическими и дополнительными системами установки с центрального пульта управления;

- оперативный сбор информации о работоспособности модулей установки, вспомогательных, технологических и дополнительных систем с последующей обработкой информации и сохранением результатов в базе данных;

- оперативный сбор информации с датчиков регистрируемых сигналов системы синхронизации и четырех модулей установки, а также детекторов и дозиметров, применяемых для измерения дозовых параметров с последующей обработкой информации, выдачей протокола эксперимента и сохранением результатов эксперимента в базе данных;

- обеспечение безопасного проведения работ при монтаже, наладке, техническом обслуживании или ремонте установки.

АСУК представляет собой аппаратно-программный комплекс, обеспечивающий выполнение системных и прикладных функций.

Системные функции АСУК:

- конфигурирование схемы всех видов работ, включая схему эксперимента с центрального пульта управления;

- контроль подготовки и проведения эксперимента;

- контроль проведения технического обслуживания и текущего ремонта установки;

- контроль работоспособности составных частей АСУК. В процессе самоконтроля осуществляется постоянное автоматическое тестирование состояния составных частей АСУК.

Прикладные функции АСУК:

- комплексное управление вспомогательными, технологическими и дополнительными системами установки с центрального пульта управления;

- визуализация значений параметров и состояния оборудования вспомогательных, технологических и дополнительных систем на мониторах центрального пульта управления и информационных табло;

- регистрация всех событий, происходящих на установке при участии АСУК (оперативный журнал). Все события фиксируются и классифицируются. Любое отклонение параметров от заданного режима работы не только регистрируется, но и преобразуется в сообщение оператору с необходимыми комментариями. Данные информационные сообщения выводятся на монитор центрального пульта управления;

- блокировка технологического процесса и безопасное отключение технологического оборудования (отработка аварийных ситуаций) при достижении установленных предупредительных и аварийных значений;

- документирование и учет времени наработки устройств с ограниченным ресурсом;

– архивирование и хранение фиксируемой информации. АСУК формирует базы данных о работе установки, включая изменения характеристик самой автоматизированной системы;

– обеспечение эргономических характеристик интерфейса для обслуживающего персонала. АСУК содержит в своем составе аппаратные и программные средства, обеспечивающие принцип информационной достаточности для работы оператора.

### **Структура системы, подсистем, средства и способы связи для информационного обмена между компонентами системы**

Для обеспечения комплексного управления установкой «Гамма-4» АСУК строится как распределенная, иерархическая система по территориально-функциональному принципу. АСУК имеет три уровня управления.

Верхний уровень управления – уровень диспетчерского управления с центрального пульта. Он предназначен для управления четырьмя модулями установки, вспомогательными, технологическими и дополнительными системами установки, работами, проводимыми при подготовке к проведению экспериментов, работами при техническом обслуживании, текущем ремонте установки в целом.

Средний уровень управления – уровень непосредственного управления вспомогательными и технологическими системами установки с местных пультов управления при подготовке к эксперименту, при техническом обслуживании и текущем ремонте отдельных систем.

Нижний уровень управления – уровень оборудования АСУК, непосредственно управляющий оборудованием установки, состоящий из: управляющих компьютеров, программируемых контроллеров, устройств ввода/вывода, устройств согласования с объектами управления.

В состав АСУК входят следующие функциональные подсистемы и технические средства: АСУ вспомогательными системами, АСУ технологическими системами, АСУ дополнительными системами, измерительный комплекс, центральный пульт управления. Схема деления автоматизированной системы управления и контроля установки «Гамма-4» приведена на рисунке.

## **Описание подсистем АСУК**

### **Автоматизированная система управления вспомогательными системами**

АСУ системой статической зарядки обеспечивает:

- управление источниками высокого напряжения;
- подключение/отключение источников высокого напряжения к входам генераторов импульсного напря-

жения (ГИН) с помощью контакторов и блоков высоковольтной коммутации (БВК);

- включение/отключение высоковольтной зарядки конденсаторов ГИН;
- контроль текущих значений напряжения высоковольтной зарядки конденсаторов ГИН;
- экстренный сброс энергии, накопленной в конденсаторах ГИН, на разрядные резисторы БВК при возникновении аварийной ситуации и(или) при поступлении сигнала несанкционированного доступа в помещения, доступ в которые во время проведения рабочего пуска установки запрещен.

Перечисленные функции реализуются с помощью интерфейсов источников высокого напряжения, блоков управления статической зарядкой ГИН, блоков контроля напряжений.

### **Автоматизированная система управления технологическими системами установки**

АСУ технологическими системами обеспечивает:

- согласованную работу оборудования технологических систем в соответствии с утвержденными алгоритмами работы;
- контроль и отображение на мониторах локальных пультов управления текущего состояния технологического процесса в доступной для восприятия оператором форме;
- регистрацию сигналов с электронных средств измерений с последующей обработкой и сохранением в базе данных;
- ведение протокола изменений технологического процесса и сохранение их в базе данных;
- санкционированный доступ к информации базы данных через средства сетевой связи.

Перечисленные функции реализуются с помощью блоков и устройств управления технологическими системами.

### **Автоматизированная система управления дополнительными системами установки**

АСУ системой блокировки дверей реализует следующие функции:

- формирование управляющих сигналов для электромагнитных замков на входных дверях в помещениях установки;
- контроль состояния электромагнитных замков;
- контроль положения входных дверей (открыта/закрыта);
- формирование сигнала аварийного выключения установки для блока сброса высокого напряжения при срабатывании концевых выключателей дверей либо при нажатии кнопки аварийного выключения установки.

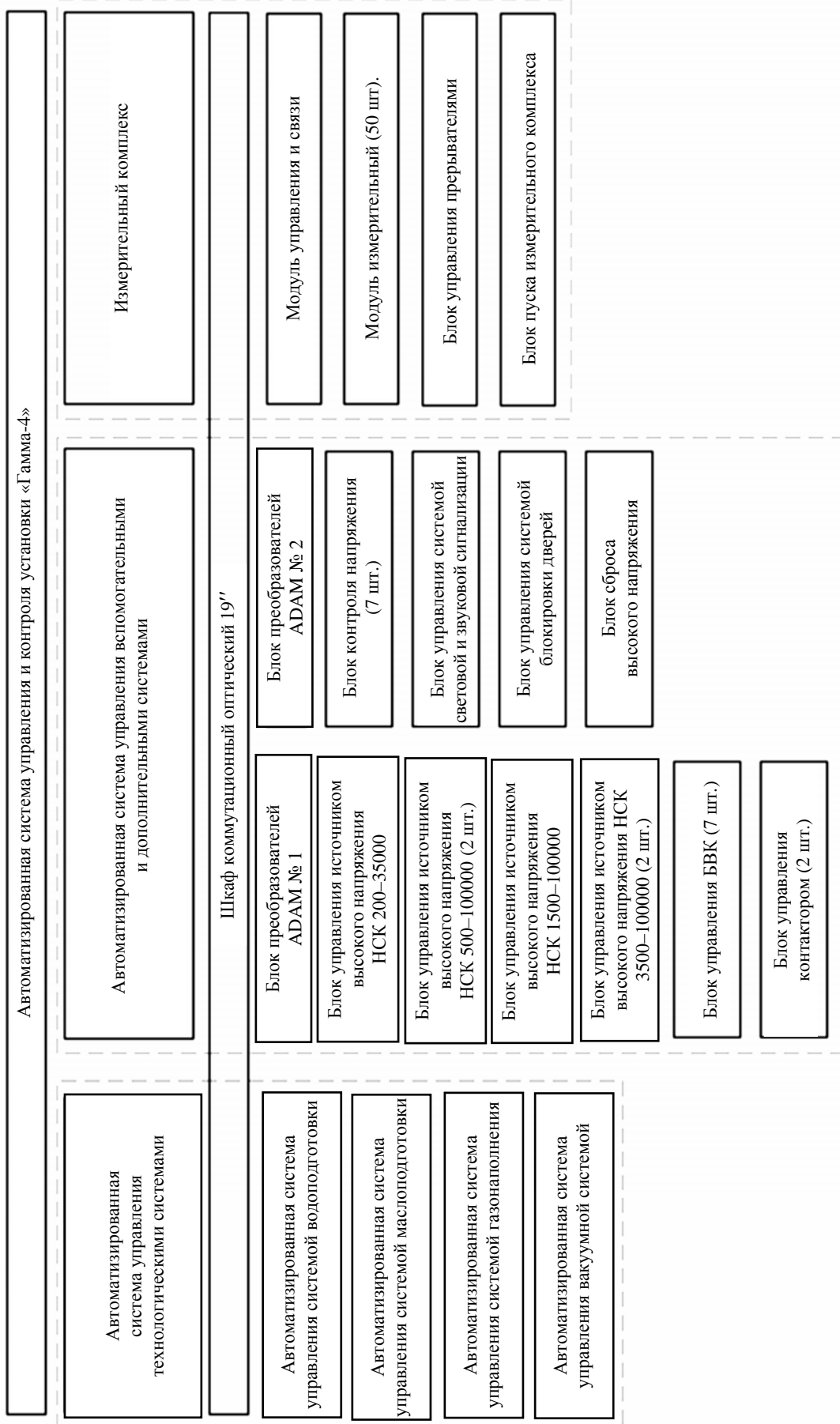


Схема деления АСУК установки «Гамма-4»

АСУ системой световой и звуковой сигнализации реализует следующие функции:

- формирование сигналов управления включением/отключением светильников со знаками ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ и ОПАСНО. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, установленных над входными дверями в помещения установки;
- формирование сигналов управления включением/отключением вращающихся ламп предупредительной сигнализации;
- формирование сигналов управления включением/отключением звуковых оповещателей.

Перечисленные функции реализуются с помощью блоков управления системой световой и звуковой сигнализации и системой блокировки дверей.

### Измерительный комплекс

Измерительный комплекс обеспечивает оперативный сбор информации с датчиков регистрируемых сигналов системы синхронизации и четырех модулей установки, а также детекторов и дозиметров, применяемых для измерения дозовых параметров с последующей обработкой информации, выдачей протокола эксперимента и сохранение результатов эксперимента в базе данных.

Модуль измерительный строится на базе цифрового осциллографа серии TDS 3000B. Также в его состав входят блоки и устройства, обеспечивающие надежную работу цифрового осциллографа (прерыватель питающего напряжения, волоконно-оптический преобразователь RS-232, волоконно-оптический преобразователь Ethernet, источник бесперебойного питания).

### Центральный пульт управления

Центральный пульт управления обеспечивает управление вспомогательными, технологическими и дополнительными системами установки в соответствии с запрограммированными алгоритмами работы.

В состав центрального пульта управления входят следующие технические средства:

- центральная ЭВМ и ЭВМ технологических систем;
- панель пуска и аварийного выключения установки;
- блок коммутации;
- шкаф коммутационный оптический 19";
- коммутатор Fast Ethernet;
- источник бесперебойного питания.

Кроме того, в центральном пульте управления размещены составные части системы громкоговорящей связи, системы телевизионного видеоконтроля, ЭВМ измерительного комплекса.

Блоки управления, обеспечивающие управление оборудованием вспомогательных и дополнительных систем, предполагается реализовать на базе промышленных PC-совместимых контроллеров I-7188 и модулей аналогового и дискретного ввода-вывода серии I-7000.

Блоки управления, обеспечивающие управление оборудованием технологических систем, предполагается реализовать на базе промышленных PC-совместимых контроллеров *i*-8811 (*i*-8411), корзин расширения *i*87K8, модулей аналогового и дискретного ввода-вывода серии I-8000.

Выбор данных серий контроллеров и устройств ввода-вывода в качестве основы аппаратной части разрабатываемых блоков управления обусловлен рядом достоинств: невысокая цена аппаратных средств; использование открытых протоколов, позволяющее относительно легко интегрировать в одну конечную систему ряда подобных устройств широкой номенклатуры производителей; простота программирования и доступность широкого спектра инструментального программного обеспечения, что минимизирует затраты времени и средств на создание управляющего ПО системы; простота интеграции с системами управления более высокого уровня, что позволяет упростить обмен необходимыми данными системами управления и контроля различного уровня. Использование данной аппаратуры позволяет проектировать распределенные системы управления, контроля и сбора данных практически любой степени сложности.

Размещение аппаратных средств АСУК будет осуществляться в стандартных 19" корпусах и шкафах фирмы Schroff или настенных корпусах фирм Schroff и Rittal в зависимости от возможностей и места размещения аппаратных средств.

### Программные средства

В качестве базового программного обеспечения выбрана интегрированная среда разработки Trace Mode 6. Интегрированная среда разработки Trace Mode 6 позволяет решить основные задачи, возникающие в процессе разработки программного обеспечения для АСУК установки «Гамма-4», к которым относятся: управление исполнительными механизмами АСУК в автоматизированном режиме; автоматическое создание протоколов и отчетов о ходе эксперимента и его результатах. Эти задачи могут быть решены с помощью Trace Mode 6 благодаря: возможности управления модулями серии I-7000 и I-8000 фирмы ICP DAS; наличию встроенных языков программирования, встроенных инструментов создания отчетов; возможности модульного построения проекта; простоте в освоении; наличию хорошей технической поддержки. На данный

момент в Trace Mode 6 разработана часть программного обеспечения, отвечающая за управление вспомогательными системами ускорителя «Гамма-1».

### Заключение

Представлен проект автоматизированной системы управления и контроля создаваемой в ИЯРФ четырехмодульной электрофизической установки «Гамма-4». Приведена схема деления АСУК установки (технологические, вспомогательные, дополнительные системы и измерительный комплекс), описаны уровни управления АСУ (верхний, средний и нижний). Рассмотрены функции, реализуемые составными частями АСУК, блоки управления, реализующие данные функции.

Определен состав и назначение измерительного комплекса и центрального пульта управления. Выбраны элементы блоков управления дополнительными, вспомогательными и технологическими системами, а также средства сбора, обработки и передачи информации на центральный пульт управления.

### Литература

1. Пунин В. Т., Завьялов Н. В., Басманов В. Ф. и др. Состояние работ по созданию ускорителя с энергией электронов ~2 МэВ, током пучка ~1 МА в импульсе длительностью ~60 нс // Сб. докл. VIII Харитоновских чтений по проблемам физики высоких плотностей энергий. 11–24 марта 2006 г. Саров: Изд-во РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2006. С. 145–149.
2. Гордеев В. С., Мысков Г. А., Михайлов Е. С., Лаптев Д. В. Проект сильноточного ускорителя электронов // Тр. РФЯЦ-ВНИИЭФ. Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2002. С. 176–183.
3. Пунин В. Т. Комплексы РФЯЦ-ВНИИЭФ на базе мощных линейных ускорителей электронов и импульсных ядерных реакторов // Вооружение. Политика. Конверсия. 2003. № 1. С. 13–17.
4. Козачек А. В., Травкин В. В., Майоров Р. А. и др. Система управления и контроля макета модуля сильноточного ускорителя электронов // Сб. докл. VI научно-технической конф. «Молодежь в науке». 2007. С. 230–233.