

КОМПЛЕКС ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ УСКОРИТЕЛЕЙ СТРАУС-2, ИЛТИ-1 №1, ИЛТИ-1 № 2

А. В. Осадчих, А. Д. Воронова, С. В. Гладков, А. Н. Ляднов, А. Н. Сусуйкин, Д. А. Хлопков

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

В настоящее время радиационно-облучательный комплекс «Пульсар» является одним из уникальных центров в мире для проведения исследований раздельного и комбинированного воздействия импульсов тормозного и гамма-нейтронного излучений. В состав ОК «Пульсар» входят: линейный индукционный ускоритель ЛИУ-30, два реактора на быстрых нейтронах и установки дооснащения, том числе ускорители СТРАУС-2, ИЛТИ-1 № 1 и № 2 [1, 2] (см. рис. 1).



а



б

Рис. 1. Общий вид ускорителей: а – СТРАУС-2, б – ИЛТИ-1 № 1

В 2013 году завершилась модернизация автоматизированной системы управления и контроля (АСУК) ускорителя ЛИУ-30. Принятые технические

решения, разработанные электронные компоненты и блоки доказали свою эффективность и высокую степень надежности в управлении ускорителем при его эксплуатации в течение 4 лет. На основе этих решений были разработаны более совершенные АСУК ускорителей СТРАУС-2, ИЛТИ-1 № 1 и № 2. Важно отметить унификацию электронных компонентов, общего подхода к программированию этих двух АСУК, позволяющую оперативно проводить ремонт и вносить изменения в программное обеспечение (ПО) при необходимости.

АСУК представляет собой комплекс технических средств и программного обеспечения, предназначенный для обеспечения зарядки емкостных накопителей и запуска стартового генератора по командам с пульта управления при выполнении работ по подготовке и проведению рабочего пуска в соответствии с заданием на проведение эксперимента. Далее в докладе подробно рассмотрена АСУК ускорителя СТРАУС-2, потому как АСУК ускорителей ИЛТИ-1 № 1 и № 2 идентична ей, лишь использует свободные каналы в электронных блоках АСУК ускорителя СТРАУС-2 и имеет свой блок включения питания стойки - блочный импульсный наносекундный генератор (БИНГ).

Объектами автоматизации являются система статической зарядки (выпрямительно-зарядные устройства (ВЗУ)), система синхронизации, технологические системы [3].

На рис. 2 представлены ВЗУ системы статической зарядки емкостных накопителей генераторов импульсного напряжения амплитудой до 600 кВ ускорителей СТРАУС-2, ИЛТИ-1 № 1 и № 2.



Рис. 2. Выпрямительно-зарядные устройства ускорителей СТРАУС-2, ИЛТИ-1

Аппаратная часть АСУК

Схема структурная АСУК ускорителя СТРАУС-2 приведена на рис. 3.

Составные части АСУК и их функциональное назначение:

- блок фильтров (преобразует сигналы свидетелей замыкания-размыкания контактов коммутаторов, концевых выключателей и т. д.);
- блок запуска (формирует сигнал запуска программируемого генератора сигналов (ПГС));
- блок питания (выдает напряжения +24, +15, –15 В для питания электронных блоков АСУК);
- блок согласования (генерирует управляющее напряжения +24В для включения исполнительных элементов АСУК);
- блок управления зарядкой (регулирует выходное напряжение регулятора ВЗУ в соответствии с заданной программой зарядки емкостных накопителей);
- блок усилителей (преобразует и усиливает входной сигнал с датчиков для последующей обработки в модуле сбора данных);

– панель блокировок (содержит релейную автономную схему ограничения доступа в подконтрольных помещениях);

– модуль сбора данных фирмы National Instruments (NI) (производит оцифровку сигналов с блока усилителей, выдает опорное напряжение на блок управления зарядкой);

– ЭВМ АСУК с платами входных и выходных регистров фирмы ADLink (обеспечивает согласованную работу узлов ускорителя в соответствии с утвержденным алгоритмом, отображает оперативную информацию на терминале оператора);

– блок включения питания стойки БИНГ (подает сетевое напряжение на генераторы БИНГ);

– блок ручного управления (осуществляет допуск к работе АСУК, ручную подачу команд «ПУСК» и «СБРОС»);

– программируемый генератор сигналов (выдает сигналы запуска систем ускорителя, аппаратуры регистрации).

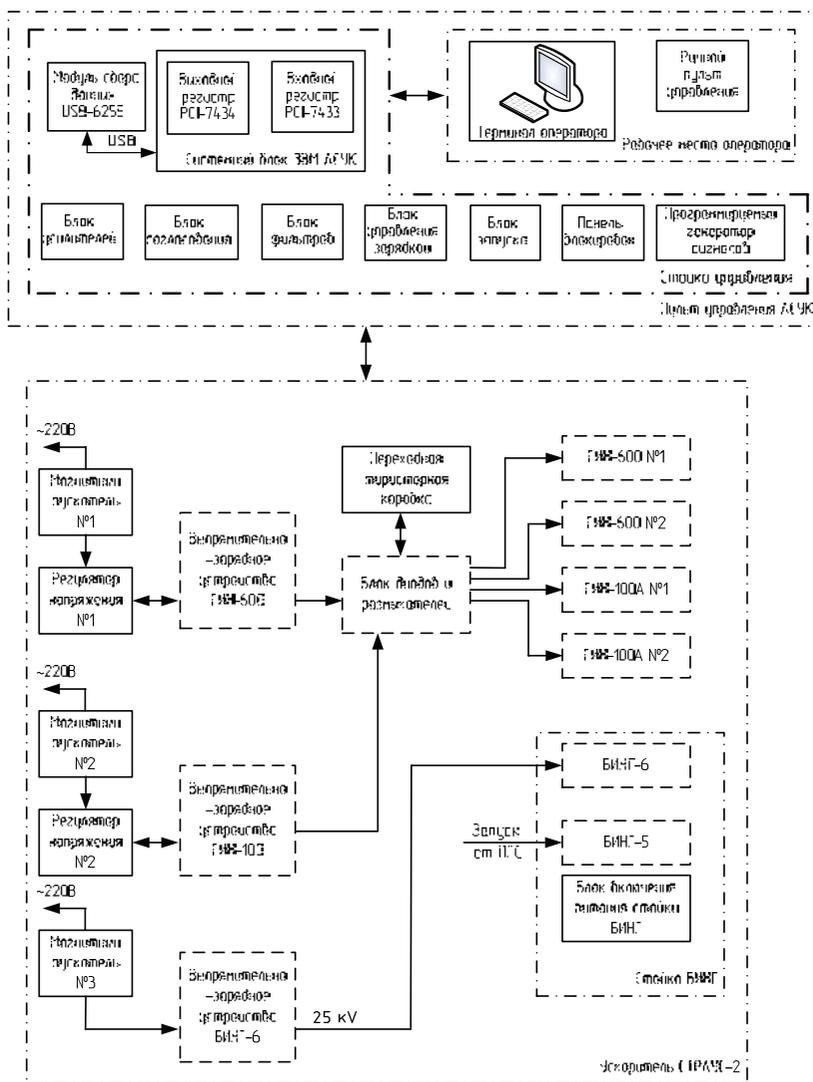


Рис. 3. Структурная схема АСУК СТРАУС-2: ГИН – генератор импульсного напряжения; ПГС – программируемый генератор сигнала; БИНГ – блочный импульсный наносекундный генератор

Блоки и устройства АСУК размещены в девятнадцатидюймовой стойке управления фирмы Sabeus. Внешний вид пультовой установки дооснащения представлен на рис. 4. Отличительная особенность АСУК в том, что блоки управления вынесены из экспериментальных залов и размещены в пультовых помещениях для исключения воздействия мощного радиационного излучения на радиоэлементы. Для подавления электромагнитных помех используются переходные окна с блоками емкостных фильтров (см. рис. 4).



Рис. 4. Стойка управления АСУК: 1 – стойка управления САВЕУС, 2 – ПГС, 3 – выдвижная панель с электронными блоками АСУК, 4 – ЭВМ, 5 – источник бесперебойного питания, 6 – переходное окно фильтров, 7 – громкоговоритель

Выдвижная панель с блоками управления АСУК (см. рис. 5) позволяет за счет конструкции и размещения компонентов оперативно производить настройку, поиск неисправностей, ремонт. Все блоки (за исключением модуля сбора данных) разработаны и изготовлены группой эксплуатации АСУК электрофизических установок облучательного комплекса «Пульсар».



Рис. 5. Выдвижная панель с блоками управления АСУК

На рис. 6 отображено рабочее место оператора АСУК. Оно состоит из терминала ЭВМ АСУК (монитор, клавиатура, манипулятор типа «Мышь») и ручного пульта управления. На мониторе отображена мнемосхема программы управления ходом зарядки ускорителя СТРАУС-2.



Рис. 6. Рабочее место оператора АСУК

На рис. 7 представлен ручной пульт управления (РПУ). На нем расположены кнопки ручного ПУСКА и СБРОСА, а также замок с ключом коммутации питания стойки управления АСУК. С помощью РПУ реализуются следующие функции:

- осуществление допуска к работе на установках, аварийное отключение АСУК поворотом специального ключа;

- возможность вручную подать команды «ПУСК» и «СБРОС» нажатием на соответствующую кнопку.



Рис. 7. Ручной пульт управления

На рис. 8 представлен ПГС.

ПГС предназначен для формирования с заданной временной задержкой пусковых сигналов устройств ускорителей СТРАУС-2, ИЛТИ-1 №1 и №2, аппаратуры регистрации.

ПГС может функционировать как в автономном, так и в комплексном режиме. Автономный режим с возможностью ручного пуска применяется для проверки конкретного канала и способности запуска удаленного устройства – потребителя сигнала. В комплексном режиме ПГС получает внешний пусковой сигнал и формирует на выходе каждого выбранного канала сигнал запуска.

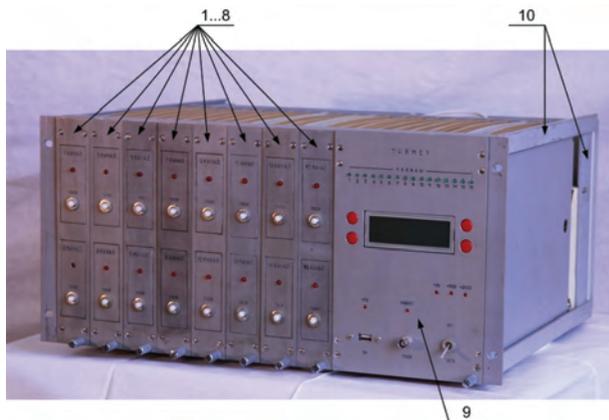


Рис. 8. Внешний вид ПГС: 1...8 – выходные блоки усилителей-формирователей, 9 – блок таймера, 10 – каркас

Необходимые временные настройки таймера ПГС производятся с помощью программируемого пульта управления на мониторе ЭВМ АСУК.

ПГС обеспечивает по каждому каналу:

- на нагрузке 75 Ом однократные импульсы положительной полярности длительностью не менее 2 мкс, амплитудой около 300 В, с длительностью фронта 15–30 нс;

- диапазон задержек между импульсом запуска и выходным импульсом от 25 нс до 100 мин с интервалом от 5 нс;

- защиту от короткого замыкания в нагрузке;

- блокировку по входу от повторного импульса;

- индикацию срабатывания канала запуска.

Число каналов ПГС – до 16.

Программное обеспечение АСУК

ПО является составной частью АСУК ускорителей СТРАУС-2, ИЛТИ-1 №1 и №2. Оно создано в графической среде программирования LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) фирмы National Instruments. Аппаратно-программный комплекс LabVIEW позволяет выполнять функции множества измерительных и управляющих приборов, производить обработку поступающей информации [4].

Для АСУК ускорителя СТРАУС-2 создана программа, в которой реализовано 4 режима работы – «Конфигурация», «Зарядка», «Имитация зарядки», «График». В модуле «Конфигурация» задаются параметры зарядных напряжений ВЗУ, осуществляется выбор ГИН для участия в эксперименте. В модуле «Зарядка» представлена мнемосхема процесса зарядки устройств ускорителя СТРАУС-2 (см. рис. 9). Модуль «Имитация зарядки» позволяет загружать архивные данные процесса заряда ускорителя с отображением их на мнемосхеме. Данный режим исполь-

зуется при диагностике и отладке работы ВЗУ. Модуль «График» позволяет просматривать из архива графики изменения во времени зарядных напряжений ВЗУ, ГИН. Для ускорителей ИЛТИ-1 № 1 и № 2 создано аналогичное ПО.



Рис. 9. Мнемосхема модуля «Зарядка» АСУК СТРАУС-2

Дальнейшим развитием ПО АСУК ускорителей СТРАУС-2, ИЛТИ-1 № 1 и № 2 будет интеграция в ПО центрального пульта управления АСУК ускорителя ЛИУ-30. Это позволит производить зарядку ускорителей в комплексном режиме.

В результате опытной эксплуатации АСУК ускорителей СТРАУС-2, ИЛТИ-1 № 1 и № 2 была подтверждена правильность выбранных технических решений. Надежная работа АСУК электрофизических установок облучательного комплекса «Пульсар» в полной мере обеспечивает успешное проведение облучательных экспериментов.

Литература

1. Завьялов Н. В., Гордеев В. С., Савченко А. В. и др. Моделирующие и облучательные комплексы и установки РФЯЦ-ВНИИЭФ // Физика и техника высоких плотностей энергии: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ». 2011. С. 165–191.
2. Басманов В. Ф., Гордеев В. С., Гришин А. В., Завьялов Н. В., Мысков Г. А., Назаренко С. Т. Обзор сильноточных импульсных ускорителей электронов, созданных в РФЯЦ-ВНИИЭФ на базе ступенчатых линий // Труды РФЯЦ-ВНИИЭФ. Научно-исследовательское издание. Вып/ 20. 2015. С. 48–55.
3. Босамыкин В. С., Гордеев В. С., Павловский А. И. и др. Импульсный ускоритель электронов СТРАУС-2 // Физика и техника высоких плотностей электромагнитной энергии. Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ». 2003. С. 69–102.
4. Тревис Дж. LabVIEW для всех // Джеффри Тревис: Пер. с англ. Клушин Н. А. М.: ДМК Пресс; ПриборКомплект. 2013. С. 544.