

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОВАКУУМНЫХ ПРИБОРОВ

А. А. Чеснов, Е. А. Осипова, А. О. Серова, Н. В. Цепцова, А. Е. Рыбкин, А. Г. Кузякин

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

Введение

Электрoвакуумный прибор (ЭВП) – устройство, предназначенное для генерации, усиления и преобразования электромагнитной энергии, в котором рабочее пространство освобождено от воздуха и защищено от окружающей атмосферы непроницаемой оболочкой. К таким приборам относят как вакуумные электронные приборы, в которых поток электронов проходит в вакууме, так и газоразрядные электронные приборы, в которых поток электронов проходит в газе. Также к электрoвакуумным приборам относятся лампы накаливания, магнетроны, гиротроны, лампы бегущей волны, лампы обратной волны, электрoвакуумные генераторы.

Работа СВЧ-генераторов заключается в преобразовании энергии источников постоянного тока в энергию электромагнитных колебаний (волн). В нашем подразделении разрабатываются вакуумные генераторы различных диапазонов частот.

Технические характеристики генераторов можно разделить на две группы:

- 1) характеристики электропитания генератора: мощность (напряжение и ток) накала катодно-подогревательного узла электронной пушки, высокое ускоряющее напряжение и ток электронного пучка, ток питания магнитно-фокусирующей системы;
- 2) характеристики выходного сигнала генератора: рабочий диапазон частот, мощность выходного сигнала и его спектральные свойства, выраженные через спектральную плотность мощности.

Отдельно можно указать давление в рабочем объеме генератора, которое является параметром вакуума.

В процессе исследований необходимо измерять и контролировать все вышеперечисленные параметры.

Проведение данных работ требует:

- обеспечения безопасности персонала, что связано с нахождением сотрудников вблизи с источниками СВЧ излучения, а также с высокими уровнями напряжений, опасными для жизни (тысячи вольт);
- обращения со сложным техническим и измерительным оборудованием, требующим специальных знаний и подготовки;
- обработки, анализа и хранения большого объема измеренных данных.

Решить указанные задачи позволяет разработка автоматизированного рабочего места (АРМ) для проведения исследований ЭВП.

Этапы проведения исследований

Исследования ЭВП проводят по следующим этапам:

- 1) подготовка эксперимента;
- 2) проведение эксперимента;
- 3) обработка экспериментальных данных.

Этап подготовки эксперимента включает в себя входной контроль ЭВП, вакуумную откачку рабочего объема ЭВП, соединение технических средств в соответствии со схемой проведения эксперимента.

Этап проведения эксперимента включает в себя исследовательские работы в соответствии с методикой проведения эксперимента. На данном этапе проводится настройка технических средств, дистанционное управление параметрами технических средств, сбор и сохранением экспериментальных данных в памяти ПЭВМ. Большая часть работ проводится на АРМ с использованием специального программного обеспечения.

На этапе обработки экспериментальных данных проводится анализ полученных результатов, подтверждаются технические характеристики ЭВП, вводятся конструкторские и исследовательские корректировки.

Связь АРМ с техническими средствами и объектом контроля осуществляется по схеме, представленной на рис. 1.

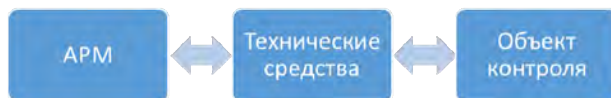


Рис. 1. Связь АРМ с техническими средствами и объектом контроля

Объект контроля – электрoвакуумный прибор.

Технические средства:

- анализатор спектра;
- осциллограф;
- измеритель мощности;
- источник питания физической установки серии;

рис. 1.

• источники питания магнитофокусирующей системы.

Состав АРМ:

- ПЭВМ
- общесистемное ПО;
- специальное программное обеспечение;

Специальное программное обеспечение

Специальное программное обеспечение (ПУМА 1.0) разработано в нашем подразделении и осуществляет:

- реализацию алгоритмов управления техническими средствами;
- реализацию пользовательского интерфейса;
- обработку экспериментальных данных;
- реализацию информационного обмена и сохранение экспериментальных данных.

Для написания специального программного обеспечения был выбран язык программирования Python как высокоуровневый язык программирования общего назначения, ориентированный на повышение производительности разработчика и читаемости кода. Синтаксис ядра минималистичен. В то же время стандартная библиотека включает большой объём полезных функций.

Одним из достоинств Python является его многоплатформенность и масштабельность, то есть, он работает на различных платформах. Кроме этого, Python имеет гармоничную архитектуру языка, а именно:

- встроенные структуры данных, словари, кортежи;
- простой и удобный синтаксис;
- большое количество библиотек;
- мощные интерфейсы к конкретным операционным системам;
- переносимость кода между платформами: автоматическую генерацию документации на модули и возможность написания самодокументированных программ;
- поддержку процедурного, функционального и объектного стилей программирования, встроенную поддержку Unicode и большое количество национальных кодировок.

Структура специального программного обеспечения модульная. Принцип модульности является средством упрощения задачи проектирования программ и распределения процесса разработки программы между группами разработчиков. При разбиении программы на модули для каждого модуля указывается реализуемая им функциональность, а также связи с другими модулями. Удобство использования модульной архитектуры заключается в возможности обновления (замены) модуля без необходимости изменения остальной системы.

На рис. 2 представлена модульная структура специального программного обеспечения.

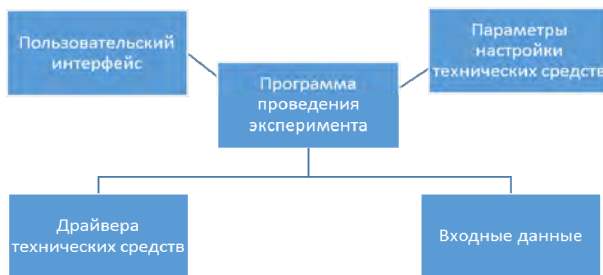


Рис. 2. Структура специального программного обеспечения

Модуль «входные данные» содержит начальные условия эксперимента:

- критические значения токов и напряжений, при которых обеспечивается аварийная блокировка источников питания;
- критические значения давления в вакуумной системе, при которых обеспечивается аварийная блокировка источников питания, отсечение откачных насосов.

Модуль «параметры настройки технических средств» содержит:

- параметры настройки измерительного оборудования;
- параметры настройки коммуникационного оборудования.

Модуль «драйвера технических средств» обеспечивает дистанционное управление техническими средствами с АРМ.

Модуль «пользовательский интерфейс» обеспечивает графическое представление элементов управления и контроля технических средств, отображение результатов измерений.

Модуль «программа проведения эксперимента» последовательно реализует процесс исследований, заложенный в методике эксперимента.

Для взаимодействия с техническими средствами используются библиотеки ввода-вывода NI-VISA и VISA – широко используемые стандартизированные библиотеки в области тестирования и измерений для управления приборами с персонального компьютера.

Пользовательский интерфейс

Модуль «пользовательский интерфейс» реализован на PyQt. PyQt – набор «привязок» графического фреймворка Qt для языка программирования Python.

В пользовательском интерфейсе на рис. 3 представлены элементы управления техническими средствами, окна вывода результатов измерений следующего оборудования:

- ИПФУ-И – импульсный источник питания физической установки, в состав которого входят:
 - источник питания подогревателя (ИПП),

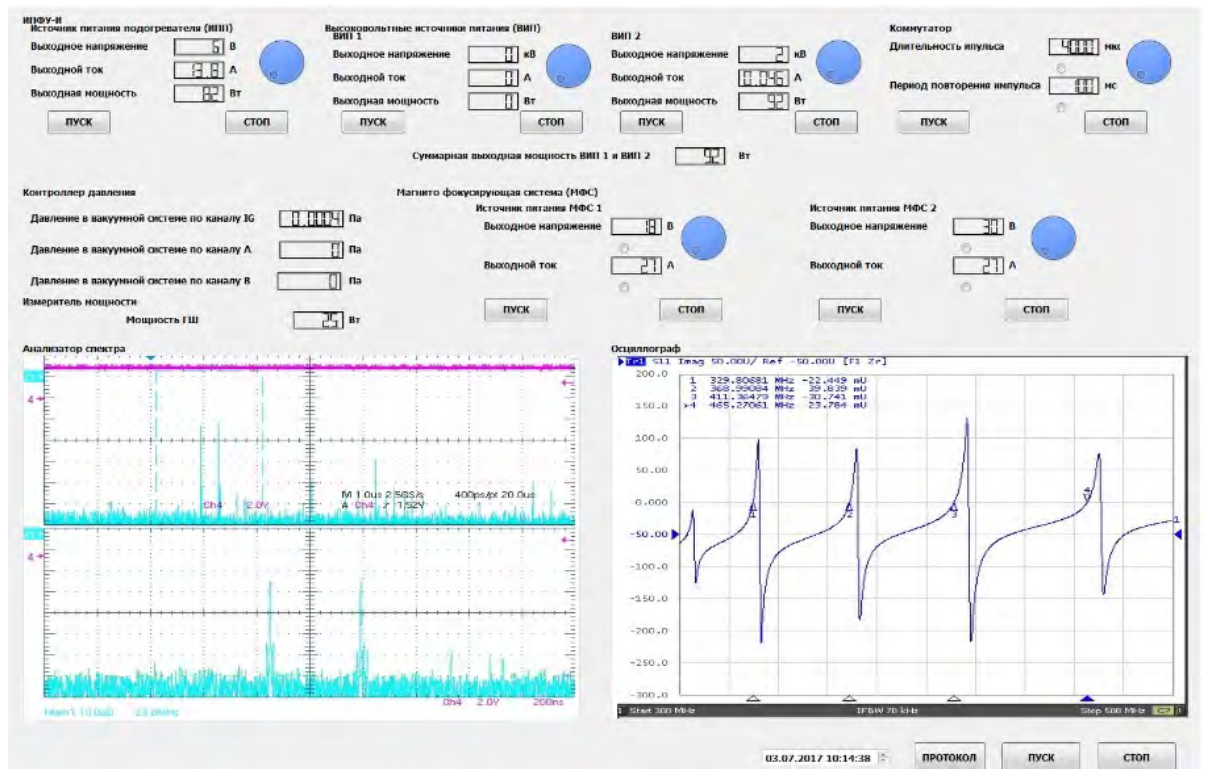


Рис. 3. Пользовательский интерфейс

Таблица 1

Выходные данные электронного протокола

№	Данные протокола	Источник данных
1	Дата и время формирования протокола	Операционная система
2	Выходное напряжение ИПП, В	ИПФУ-И
3	Выходной ток ИПП, А	
4	Выходная мощность ИПП, Вт	
5	Выходное напряжение ВИП 1, кВ	
6	Выходной ток ВИП 1, А	
7	Выходное напряжение ВИП 2, кВ	
8	Выходной ток ВИП 2, А	
9	Суммарная выходная мощность ВИП1 и ВИП2, кВт	
10	Длительность импульса коммутатора, мкс	
11	Период повторения импульсов коммутатора, мс	
12	Давление в вакуумной системе по каналу IG, Па	
13	Давление в вакуумной системе по каналу А, Па	
14	Давление в вакуумной системе по каналу В, Па	Источники питания
15	Напряжение первого источника питания МФС, В	
16	Выходной ток первого источника питания МФС, А	
17	Напряжение второго источника питания МФС, В	Источники питания
18	Выходной ток второго источника питания МФС, А	
19	Спектр сигнала	Анализатор спектра
20	Осциллограмма сигнала	Цифровой осциллограф
21	Мощность сигнала, Вт	Измеритель мощности

- высоковольтные источники питания ВИП 1 и ВИП 2,
- коммутатор,
- контроллер давления;
- два источника питания магнитофокусирующей системы типа;
- измеритель мощности;
- осциллограф;

- анализатор спектра.
- При помощи элементов управления оператор имеет возможность дистанционно изменять параметры технических средств, контролировать их текущие значения, обеспечивать включение и выключение источников питания, формировать электронный протокол эксперимента.

Протокол проверки характеристик выходного сигнала

TIME	Event_0B [Start, St]	Event_0B [End, St]	Event_A	Wc, MHz	[Fw, R] [St, St], Wc, MHz [Fw, St]	Q	MicroSec, Hz	Correction A, Hz	Correction B, Hz
00:11:41	0:00	0:00	0:00	0:00	3:30 [0:00, 0:0]	100	0:00	0:00	0:00
00:11:41	0:00	0:00	0:00	0:00	3:30 [0:00, 0:0]	100	0:00	0:00	0:00
00:11:41	0:00	0:00	0:00	0:00	3:30 [0:00, 0:0]	100	0:00	0:00	0:00
00:11:41	0:00	0:00	0:00	0:00	3:30 [0:00, 0:0]	100	0:00	0:00	0:00

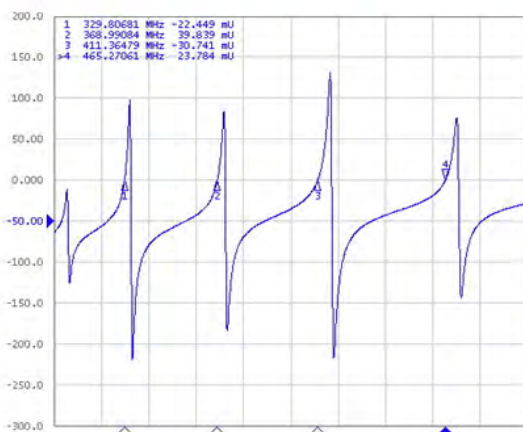
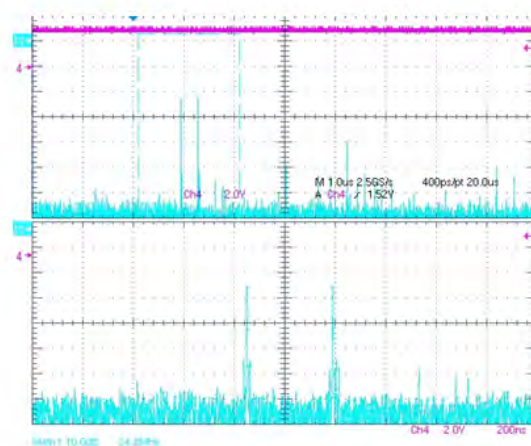


Рис. 4. Протокол эксперимента

В табл. 1 приведены выходные данные электронного протокола эксперимента, который формируется автоматически по команде оператора.

На рис. 4 представлен электронный протокол эксперимента, в котором представлены выходные данные в виде таблицы, осциллограммы и спектра выходного сигнала.

Заключение

По итогам проведённой работы были решены следующие задачи:

- обеспечение безопасности персонала при проведении исследований ЭВП за счет дистанционного управления техническими средствами, а также реализации программных алгоритмов обработки аварийных ситуаций;
- ускорился процесс настройки технических средств;

- автоматическая обработка экспериментальных данных и формирование электронного протокола эксперимента.

В дальнейшем планируем реализовать:

- модуль анализа экспериментальных данных;
- формирование заключения по соответствию выходных параметров ЭВП требованиям технического задания.

Литература

1. Раннев Г. Г. Измерительные информационные системы М.: Академия, 2010.
2. Режим доступа: <http://www.sqlite.org/> [Электронный ресурс].
3. Режим доступа: <http://www.python.org/> [Электронный ресурс].