

УДК 681.518.22

## ПРОТОТИП ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С БИООБЪЕКТАМИ



**Осипов А.Н.**  
Заведующий  
лабораторией НИЧ  
БГУИР,  
доцент, к.т.н.,  
osipov@bsuir.by



**Клюев А.П.**  
Старший  
преподаватель  
кафедры ИПиЭ  
БГУИР  
kluev@bsuir.by



**Батура М.П.**  
Заведующий НИЛ  
"Новые обучающие  
технологии",  
д. т. н., профессор,  
bmpbel@bsuir.by



**Каленкович Е.Н.**  
Старший  
преподаватель  
кафедры ИРТ  
БГУИР,  
kalenkovich\_evlg@  
bsuir.by

### **А.Н.Осипов**

Работает в Белорусском государственном университете информатики и радиоэлектроники.  
Область научных интересов – биомедицинская инженерия.

### **А.П.Клюев**

Работает в Белорусском государственном университете информатики и радиоэлектроники.  
Область научных интересов – системы с биологической обратной связью.

### **М.П.Батура**

Работает в Белорусском государственном университете информатики и радиоэлектроники.  
Системный анализ, обработка информации в технических и организационных системах.

### **Е.Н.Каленкович**

Работает в Белорусском государственном университете информатики и радиоэлектроники.  
Радиоэлектронные системы.

Работа выполняется по заказу, при финансировании и участии УП "Фребор", г.Борисов, Республика Беларусь

**Аннотация.** Приведено описание программного обеспечения испытательного стенда, предназначенного для исследования воздействия электромагнитного излучения и фантома человеческого тела.

**Ключевые слова.** Информационная система, электромагнитное излучение, воздействие на человека, испытательный стенд.

**Введение.** Количественная и четкая проверка работоспособности и безопасности микроволновых систем и устройств, которые имеют электромагнитное взаимодействие с организмом человека, является важной задачей при разработке и производстве подобных устройств. Математическая модель такого взаимодействия как правило не учитывает ряда факторов, отражающих реальную среду исследований [1]. Использование живых людей для тестирования устройств с одной стороны подвергает всю процедуру тестирования ряду неизбежных факторов неопределенности (переменная влажность кожи, движение дыхательных путей и т.д.), с другой стороны, является серьезной этической проблемой.

Таким образом, изучение вопросов взаимодействия различного рода излучений с человеческим телом является сложной научно-инженерной задачей. Одним из способов, позволяющим получить дополнительные уточняющие сведения для ее решения, является применение специальных испытательных стендов, в которых в качестве объекта воздействия используются фантомы человеческого тела [2,3]. Современные испытательные стенды позволяют проводить многократные испытания/измерения в контролируемой среде. Эта среда необходима для проверки производительности во всех возможных сценариях эксплуатации и обеспечения безопасности этих устройств и систем. Важной составляющей испытательных стендов является их программное обеспечение. В связи с этим в данной статье рассматриваются вопросы реализации прототипа информационной системы испытательного стенда для исследования воздействия электромагнитного излучения на человека.

### Прототип информационного обеспечения испытательного стенда.

Разработанный прототип информационной системы испытательного стенда обеспечивает функционирование стенда в различных режимах. Испытательный стенд состоит из 5 идентичных тестовых ячеек, в которые помещаются фантомы человеческого тела. Система управления стенда реализована по схеме с магистральной шиной (рис.1). Блок управления выполнен на базе одноплатного компьютера *Raspberry*. Программа стенда предусматривает выбор ячейки испытательного стенда, установку для него исходных параметров, работу ячеек в соответствии с заданными режимами функционирования, предварительную обработку данных и их архивацию, углубленный анализ данных исследований. Предусмотрено установка различных параметров воздействия на фантом (частота, мощность излучения и т.д.) и параметров состояния среды (температура материала фантома и др.). при реализации программы для обеспечения требуемой параметров функционирования (точности установки параметров, энергопотребления и т.д.) использованы модули подпрограмм ПИД-регулятора, широтно-импульсной модуляции, цифровой фильтрации сигналов.

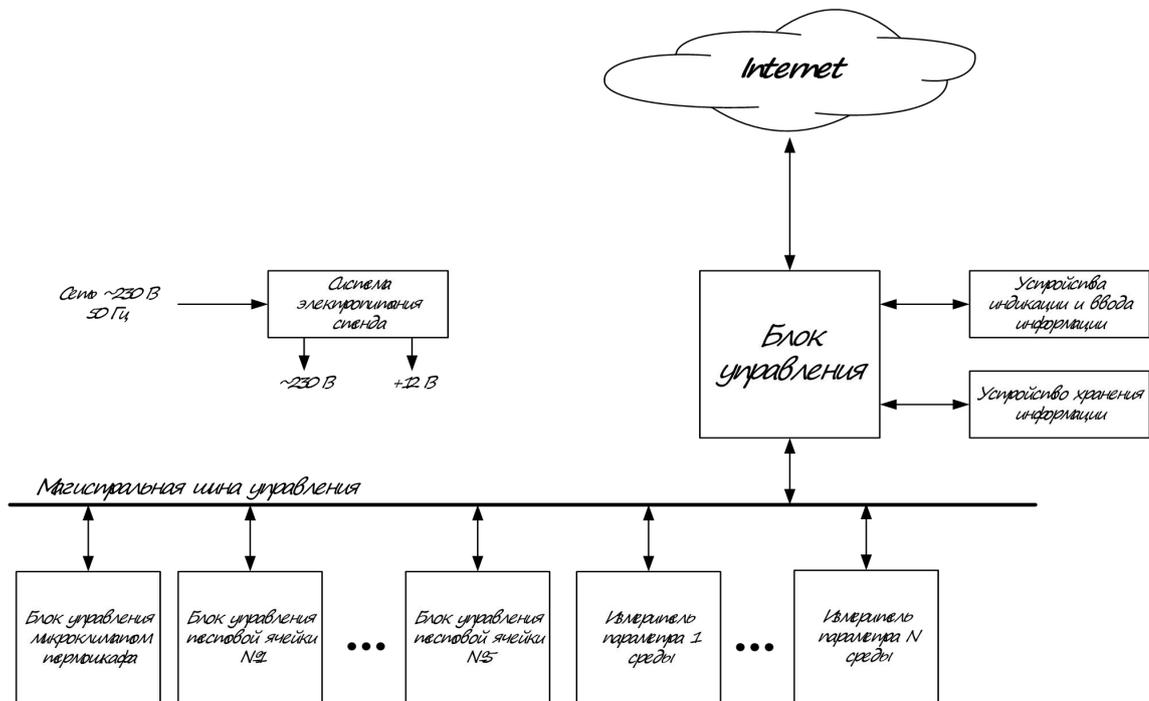


Рисунок 1. Структурная схема системы управления испытательным стендом

Каждая ячейка испытательного стенда функционирует независимо и в соответствии с заданной программой. Параметры измерений записываются в контроллеры ячеек и по запросу передаются на центральный процессор для хранения в базе данных. Программное обеспечение стенда позволяет выполнять статистический анализ измеренных значений.

**Заключение.** Представленная информационная система испытательного стенда характеризуется гибкостью в задании параметров и режимов проведения исследований и может быть использована для разработки новых и более эффективных устройств и систем, которые основаны на взаимодействии электромагнитных излучений и определенных частей человеческого тела.

### Список литературы

- [1] S. Gabriel, R.W.Lau, and C. Gabriel, «The dielectric properties of biological tissues: III. Parametric models for the dielectric spectrum of tissues» Phys. Med. Biol., vol. 41, no. 11, pp. 2271–2293, Nov.1996.
- [2] M. O’Halloran, S. Lohfeld, G. Ruvio, J. Browne, F. Krewer, C. O. Ribeiro, V. C. I. Pita, R. C. Conceicao, E. Jones, and M. Glavin, «Development of anatomically and dielectrically accurate breast phantoms for microwave breast imaging applications», in Proc. SPIE 9077 Radar Sensor Technology XVII, May 2014, pp. 1–7.
- [3] Ahmed T. Mobashsher; Amin M. Abbosh «Artificial Human Phantoms: Human Proxy in Testing Microwave Apparatuses That Have Electromagnetic Interaction with the Human Body» IEEE Microwave Magazine 16(6), March 2015, с.42-62.

### Авторский вклад

Авторы внесли равноценный вклад в написании статьи

## PROTOTYPE OF THE INFORMATION SYSTEM OF THE TEST STAND FOR THE INTERACTION OF ELECTROMAGNETIC RADIATION WITH BIOLOGICAL OBJECTS

**Osipov A.N.**

Head of the laboratory  
of the BGUIR Research  
Institute, Associate  
Professor, PhD.,

**Klyuev A.P.**

Senior lecturer of the  
Department of IPiE  
BGUIR

**Batura M.P.**

Head of the  
Research Institute  
«New Learning  
Technologies»,  
Doctor of Technical  
sciences, Professor,

**Kalenkovich E.N.**

Senior lecturer  
departments of IRT  
BGUIR,

**Annotation.** The description of the software of the test bench designed to study the effects of electromagnetic radiation and the phantom of the human body is given.

**Keywords.** Information system, electromagnetic radiation, human exposure, test bench.