

## МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ ДЛЯ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА УНИКАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

Белоусов А.В., Глаголев С.Н., Кошлич Ю.А., Быстров А.Б.  
*Белгород, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

Рассматриваются методические, организационные и технологические подходы разработки и использования интерактивных обучающих систем для удаленного мониторинга уникального лабораторного оборудования, использующего возобновляемые источники энергии. Особое внимание уделяется проблеме организации распределенных интерактивных лабораторий с удаленным доступом.

Ключевые слова: интерактивная обучающая система, виртуальная лаборатория, возобновляемые источники энергии, гелиоустановка.

## METHODOLOGICAL ASPECTS OF SYSTEMS OF INTERACTIVE LEARNING FOR REMOTE MONITORING OF UNIQUE LABORATORY-SCALE PLANT

Belousov A., Glagolev S., Koshlich Y., Bystrov A.  
*Belgorod, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov*

The article describes the methodological approaches and organizational development and use of interactive learning systems for remote monitoring of a unique laboratory equipment that uses renewable energy. Special attention is paid to the organization of distributed interactive labs with remote access.

Keywords: online learning system, virtual laboratory, renewable energy, solar power plant.

Решение вопроса повышения энергоэффективности и энергобезопасности, как правило, касается проблемы использования возобновляемых источников энергии. Современные технологии в образовании не могут не затрагивать вопрос изучения уникального оборудования, которое использует альтернативные источники энергии – электрогенерирующие и теплогенерирующие установки – солнечные батареи, ветрогенераторы, гелиоустановки. Поскольку данное оборудование имеет достаточно высокую стоимость и довольно большие сроки окупаемости, и поэтому его внедрение является дорогостоящим мероприятием. Применение интерактивных обучающих систем позволит учебным заведениям использовать ресурсы уникального оборудования для

повышения уровня энергоэффективности, но и снизить затраты на эксплуатацию и внедрение. Таким образом, решение проблемы эффективности использования уникального дорогостоящего оборудования заключается в применении подхода создания интерактивных обучающих систем - распределенных виртуальных лабораторий с удаленным доступом [1].

С точки зрения методики создания, разработки и использования распределенных интерактивных лабораторий с удаленным доступом, можно выделить следующие проблемы:

- Технологические проблемы, которые заключаются в организации удаленного доступа к коммуникационному оборудованию систем управления лабораторными установками. Как правило, это разные производители, разное оборудование и, как следствие, разные коммуникационные интерфейсы, что значительно затрудняет использование в составе интерактивных систем.
- Организационные проблемы, которые состоят в рациональном распределении времени доступа к ресурсам лабораторного оборудования между удаленными пользователями.
- Проблема методического обеспечения, которая состоит в создании теоретической базы по направлениям исследования и методик проведения лабораторных работ удаленно в режиме реального времени.
- Проблемы безопасности, которые заключаются в организации защищенных каналов связи, разграничении прав доступа и защиты от несанкционированных вмешательств извне. Несанкционированное вмешательство может вывести из строя дорогостоящее оборудование.

Разработан подход, основывающийся на технологии web-базируемого доступа [2,3] к технологическим параметрам уникального лабораторного оборудования с использованием реверсивного AJAX. Вопросы безопасности доступа через интернет решаются предоставлением функций разграничения доступа к конкретным разделам веб-интерфейса на основе парольной HTTP-аутентификации и клиентских SSL-сертификатов. Подлинность сервера подтверждается серверным SSL-сертификатом. Соединение с сервером происходит по протоколу HTTPS - данные передаваемые по сети Интернет шифруются асимметричным алгоритмом с открытым ключом, - что делает невозможным перехват и анализ передаваемой информации. Важной особенностью методики внедрения интерактивных обучающих систем является их многоуровневая иерархическая структура и кроссплатформенность используемого коммуникационного оборудования нижнего функционального уровня. Контроллеры среднего функционального уровня позволяют сопрягать различное лабораторное оборудование, имеющее интерфейсы Ethernet, RS-485 и RS-232 с учетом всех особенностей протоколов передачи данных

различных производителей. В случае отсутствия коммуникационных интерфейсов производится модернизация лабораторных установок с применением современных программируемых логических контроллеров.

Концепцию распределенной интерактивной обучающей системы с использованием виртуальных лабораторий с удаленным доступом можно представить следующим образом (Рис. 1). В общем виде нижний функциональный уровень представлен непосредственно уникальным лабораторным оборудованием, с коммуникационными устройствами, имеющими интерфейсы обмена данными, посредством которых происходит взаимодействие со средним уровнем системы.

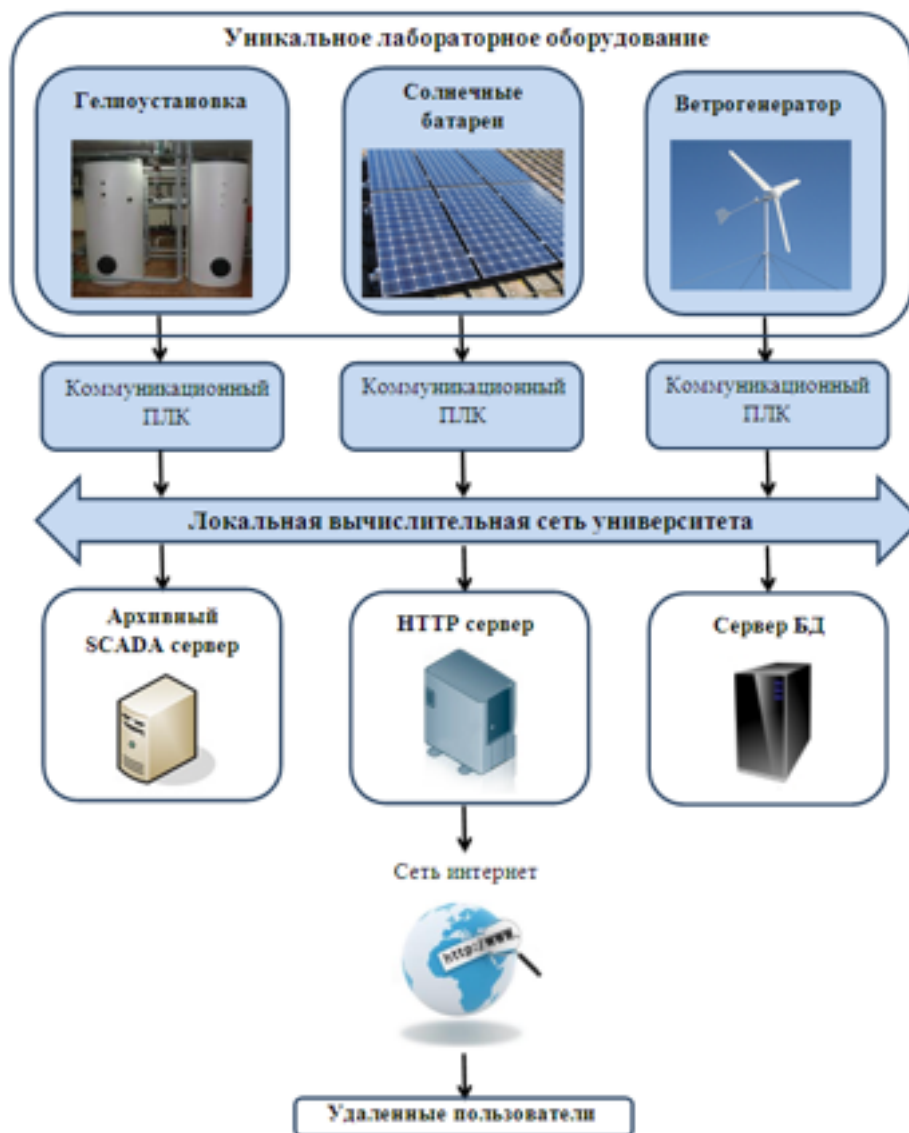


Рис. 1. Структура виртуальной лаборатории в составе интерактивной обучающей системы

Средний функциональный уровень состоит из стыковочных контроллеров, которые позволяют преобразовать информацию с устройств

нижнего уровня и унифицировать протоколы передачи данных. Для сопряжения с верхним уровнем интерактивной системы используется локальная вычислительная сеть университета.

Верхний функциональный уровень представляет совокупность архивного SCADA-сервера, сервера баз данных (БД) и HTTP-сервера. Задача архивного SCADA-сервера заключается в сборе, контроле и локальном (в рамках корпоративной сети) управлении технологическим оборудованием. Одной из важнейших функций является использование сервера в качестве ядра системы диспетчерского управления распределенными энергоресурсами. Сервер БД представляет хранилище данных, в котором содержится вся технологическая информация, журналы работы оборудования и данные о пользователях. HTTP-сервер предоставляет возможность удаленного мониторинга посредством сети интернет и является ядром интерактивной обучающей системы. Сервер основан на высокопроизводительной программной платформе, которая обеспечивает высокую надежность и отказоустойчивость за счёт средств резервирования ресурсов и динамической балансировки нагрузки.

Концепция виртуальной лабораторной установки заключается в возможности удаленного доступа к параметрам и технологическим величинам системы управления, в том числе к их изменению и регулированию, доступ к архивам данных параметров. Примером уникального лабораторного оборудования в составе интерактивной обучающей системы БГТУ им. В.Г. Шухова с удаленным доступом может служить теплогенерирующая гелиоустановка (Рис. 2), снабжающая горячей водой спортивную кафедру университета [4]. Основным элементом гелиоустановки являются плоские гелиоколлекторы, в которых за счет энергии солнечного излучения происходит нагрев теплоносителя – антифриза. В баках-аккумуляторах (бойлерах №1 и №2) происходит теплообмен между антифризом и поступающей водой. Измерение расхода обеспечивается ротационным счетчиком воды. В малом и большом теплообменниках происходит нагрев воды традиционным способом – теплоносителем от котельной, но нагревается не холодная вода 14°C, а вода, подготовленная гелиоустановкой 14..60°C. Клапан 2в задает режим работы гелиоустановки – летний или зимний. При открытом клапане 2в («зимний» режим) холодная вода минует бойлеры и сразу поступает на нагрев в теплообменники Т1 и Т2 за счет питающей теплосети, т.е. гелиосистема исключена из схемы функционирования теплового узла. При работе в «летнем» режиме (клапан закрыт) холодная вода поступает в бойлеры Б1 и Б2 гелиоустановки, где происходит её нагрев до 14..60°C. Регулирование температуры осуществляется при помощи клапана 6б, который ограничивает объемный расход энергоносителя теплосети через теплообменники по температуре датчика 6а.

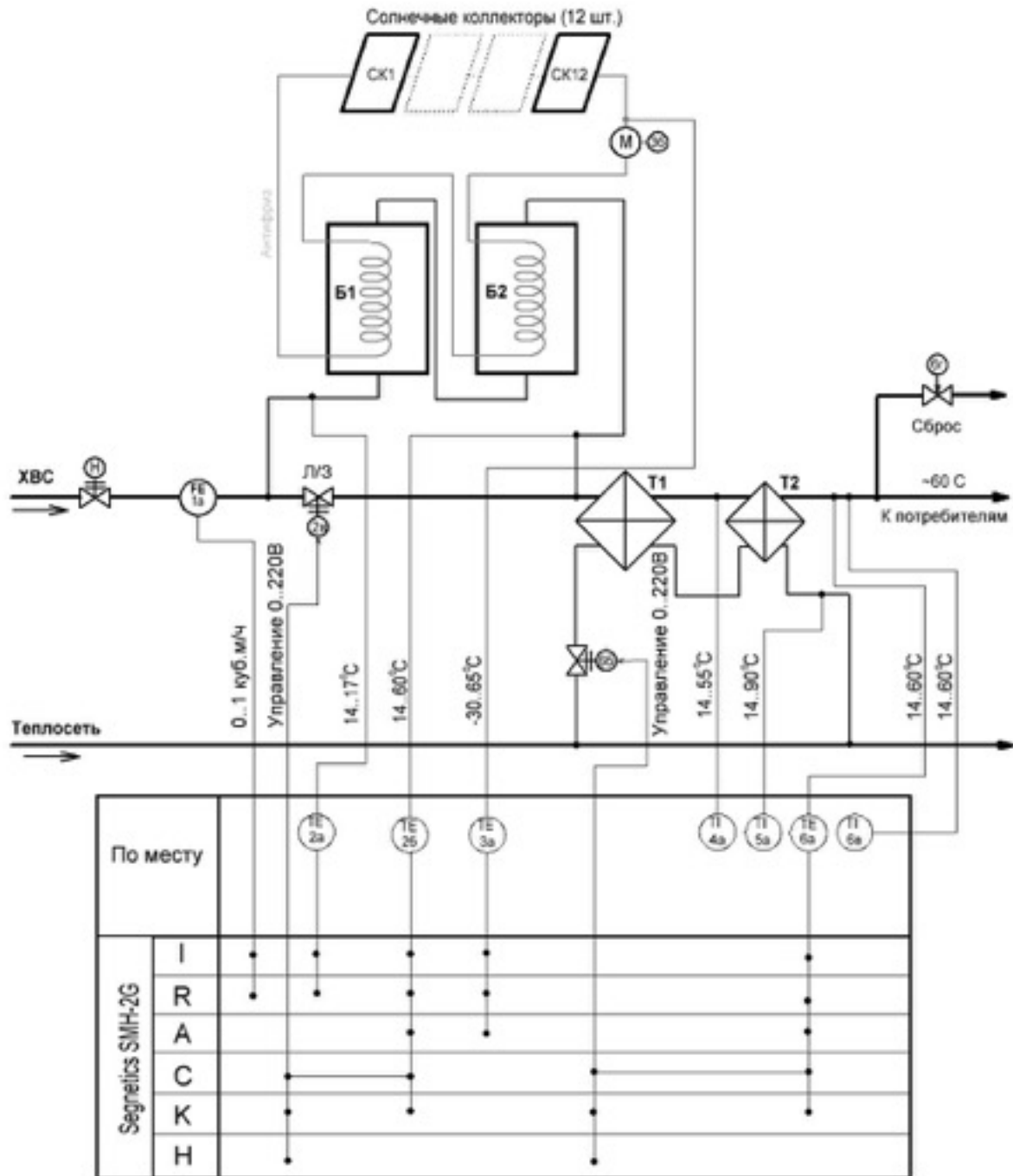


Рис. 2. Функциональная схема лабораторной установки (1а – расходомер; 2а – термосопротивление, температура воды на входе гелиоустановки; 2б – термосопротивление, температура воды на выходе гелиоустановки; 2в – клапан управления режимом работы; 3а – термосопротивление, температура антифриза; 3б – рециркуляционный насос; 4а, 5а, 6а – термометр технический спиртовой; 6а – термосопротивление, температура воды на выходе системы; 6б – электромагнитный клапан; 6г – клапан для сброса воды, создание возмущения по нагрузке)

Разработанное алгоритмическое и функциональное программное обеспечение позволяет проводить на лабораторном оборудовании следующие исследования:

- математическое моделирование процессов теплообмена;
- получение переходных характеристик оборудования нижнего уровня;
- оптимизация управления (параметрическая оптимизация работы регуляторов).

Перечень доступных для удаленного мониторинга и управления технологических параметров лабораторного оборудования представлен в таблице 1.

Таблица №1

Мониторинг параметров		
1	Температура антифриза в солнечном коллекторе	-30..+65°C
2	Температура антифриза в бойлере №1	0..+ 65°C
3	Температура антифриза в бойлере №2	0..+ 65°C
4	Температура воды в бойлере №1	0..+ 65°C
5	Температура воды в бойлере №2	0..+ 65°C
6	Температура холодной воды	14..17°C
7	Температура на выходе гелиоустановки	14..60°C
8	Температура теплообменника большого	14..60°C
9	Температура теплообменника малого	14..60°C
10	Работа насоса №1	вкл./выкл.
11	Работа насоса №2	вкл./выкл.
12	Клапан режима	%
13	Клапан ГВС	%
Управление параметрами		
1	Работа насоса №1	вкл./выкл.
2	Работа насоса №2	вкл./выкл.
3	Клапан режима	%
4	Клапан ГВС	%

Взаимодействие с установкой происходит посредством WEB-браузера пользователя, что значительно позволяет снизить требования к удаленной рабочей станции. Ведется непрерывная видеотрансляция из

лаборатории (<http://ntk.intbel.ru/streams>). Электронный ресурс расположен по адресу <http://ntk.intbel.ru>.

Таким образом, применение в составе интерактивных обучающих систем уникального лабораторного оборудования позволяет построить мощную базу лабораторий для применения на межвузовском уровне, что позволяет значительно снизить расходы образовательных учреждений на приобретение, внедрение и обслуживание весьма дорогого лабораторного оборудования и построить крупномасштабный комплекс для практического изучения по различным направлениям науки и отраслям.

### **Список литературных источников**

1. Белоусов А.В., Кошлич Ю.А. Технологические аспекты использования лабораторных установок с удаленным доступом в образовательном процессе / Электронная Казань 2011: сб. докл. третьей Междунар. науч.- практ. конф., Казань, 19-21 апр. 2011г. / Казан. фед. ун-т. - Казань: Изд-во "ЮНИВЕРСУМ", 2011. - С. 161-165.
2. Тимирбаев А., Лангманн Р. Веб-базированный доступ к технологической информации // Мир компьютерной автоматизации. – 2002. - №5
3. Григорьев А.Б. Взаимодействие с OPC-серверами через Internet // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2002. - №11.
4. Белоусов А.В., Глаголев С.Н., Кошлич Ю.А., Быстров А.Б. Программно-технические аспекты информационного обеспечения эксплуатации гелиоустановки в составе демонстрационной зоны по энергосбережению / Научные ведомости Белгородского государственного университета, 2012г., С.180-184.